

**PERANCANGAN DAN IMPLEMENTASI PURWARUPA SISTEM SECURITY DAN HOME
AUTOMATION BERBASIS TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IoT)**

**DESIGN AND IMPLEMENTATION PROTOTYPE SECURITY AND HOME AUTOMATION BASED
TECHNOLOGY SYSTEM INTERNET OF THINGS (IoT)**

Rifqi Nurahman Agritama¹, Dr. Ir. Basuki Rahmat, M.T.², Arief Indra Irawan S.T., M.T.³

^{1,2,3} Prodi S1 Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

¹rifqiagritama@gmail.com, ²basukir@telkomuniversity.co.id, ³arifirawan@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Kejahatan pencurian di Indonesia masih relatif tinggi. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa pada tahun 2018 saja telah terjadi 90.757 pencurian terhadap rumah di Indonesia. Disisi lain, pergerakan aktivitas masyarakat memiliki mobilitas yang semakin tinggi sehingga sering kali harus meninggalkan rumah. Untuk mengatasi kejahatan pencurian terhadap rumah yang relatif tinggi tersebut, perlu dikembangkan sistem *Security and Home Automation* yang dapat dikendalikan dari jarak jauh memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT).

Metode yang digunakan adalah merancang dan membuat purwarupa sistem *Security and Home Automation* berbasis IoT. Pengguna sistem dapat memonitor atau mengontrol rumahnya dimanapun berada. Pengguna dapat berkomunikasi dengan alat melalui jaringan seluler yang terhubung ke dalam sistem IoT menggunakan sensor *Passive Infrared Receiver* (PIR). Sensor PIR akan mendeteksi jika ada gerakan dan mengirimkan data gambar dari kamera ke *email*. Sedangkan dari aspek kontrol menggunakan aplikasi Android. Aplikasi ini dapat mengendalikan Lampu *Light Emitting Diode* (LED), dan motor servo sebagai penggerak pintu. Pengujian sistem dilakukan melalui uji fungsionalitas serta uji kualitas jaringan (*Quality of Service*), serta uji ketahanan alat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dan dibuat mampu berfungsi dari sisi Sensor PIR dapat mendeteksi gerak di jarak 2 meter, dan 5 meter dalam kondisi gelap maupun terang. Aplikasi Android dapat mengontrol lampu LED dan motor servo dengan baik. Berdasarkan uji kualitas jaringan, dari 5 tempat pengujian diperoleh bahwa hasil rata – rata *bandwidth* 8.692 Mbps, *throughput* 99.82%, *delay* 27.121 ms, dan *packet loss* sebesar 0.2%. Mengacu pada standar TIPHON hasil pengujian kualitas jaringan ini termasuk dari kategori sangat bagus. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa pada waktu lengang memiliki kualitas jaringan yang lebih bagus dibandingkan dengan jam sibuk. Sedangkan berdasarkan hasil uji ketahanan alat diperoleh bahwa alat yang dibuat dapat memenuhi tolok ukur yang ditetapkan menggunakan standar IBM yaitu dengan *service level uptime* sebesar 98.248%.

Kata kunci: *Security and Home Automation*, IoT, Raspberry Pi, *cloud*, sensor PIR Android.

Abstract

Crime in Indonesia is still relatively high. Data from Badan Pusat Statistik (BPS) shows that in 2018 there are 90,757 burglaries of houses in Indonesia. On the other hand, the movement of community activities has a higher mobility so often have to leave home. To overcome the crime of theft against a relatively house, it is necessary to develop a Security and Home Automation system that can be controlled remotely using technology IoT.

The method used is to design and create a prototype of the IoT Security and Home Automation system. Users can monitor or control their homes wherever they are. Users communicate with devices through cellular networks connected to the IoT system using PIR sensors. The PIR sensor will detect if there is movement and send image data from camera to an email. While aspect of control we are using an Android application. This application can control the LED lamp, and servo motor used for a door. System testing is done through functionality, network quality (Quality of Service) and tool endurance test.

The results showed that the system designed and made capable of functioning in terms of PIR sensor can detect motion at distances of 2 meter, and 5 meter in both dark and bright conditions. Android application can control LED and servo motor. Based on network quality testing, from 5 test sites it was found that average bandwidth 8.692 Mbps, throughput was 99.82%, delay of 27.121 ms, and had a packet loss of 1%. Referring to the TIPHON standard, the network quality test results are included in the very good category. The results also showed that at leisure time had better network quality compared to busy hours. Whereas based on the results of the instrument endurance test, it was found that the device was made could meet the requirements by IBM standards, with service level uptime of 98.248%.

Keywords: *Security and Home Automation*, IoT, Raspberry Pi, *cloud*, PIR sensor, Android.

1. Pendahuluan

Berdasarkan data kejadian kriminalitas yang dikeluarkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) periode tahun 2016 – 2018 yang disajikan melalui dua sumber utama statistik yaitu Kepolisian Republik Indonesia (POLRI) dan data berdasarkan hasil *survey* BPS cenderung mengalami penurunan. Penurunan data tersebut dari 5 tahun terakhir dari tahun 2014 memiliki data sebesar 117.751, untuk tahun 2015 sebesar 114.013, tahun 2016 sebesar 120.026, tahun 2017 sebesar 107.042, dan terakhir pada 2018 sebesar 90.757 [1].

Sekalipun terjadi penurunan, tetapi penulis tetap berkeinginan membantu masyarakat dari modus kejahatan. Bentuk bantuan tersebut berupa alat pendeteksi dini jarak jauh yaitu berupa inovasi sistem *Security and Home Automation*. Sistem yang dibuat dengan memanfaatkan kemajuan bidang ICT untuk mengetahui kondisi rumah dari kejauhan.

Penelitian sebelumnya oleh Kodali et. al. [2] telah membuat sistem *Security and Home Automation* menggunakan sistem *Internet of Things* (IoT). Kelebihan penelitian ini adalah memiliki sebuah *device* yang dapat berfungsi mengontrol sistem keamanan pada rumah dengan menggunakan sensor PIR dan prinsip kerja *relay* untuk otomatisasi peralatan di rumah seperti lampu, kipas angin dan *Air Conditioner* (AC). Namun kelemahan penelitian ini belum dilengkapi kamera untuk mengkonfirmasi objek bergerak yang terekam dan mengontrol rumah melalui *voice call*.

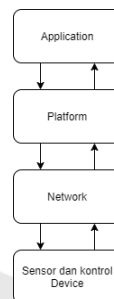
Penelitian sebelumnya oleh Jena et. al. [3] telah membuat sistem *Security and Home Automation* menggunakan sistem IoT. Kelebihan penelitian ini adalah memiliki sebuah sistem keamanan pada rumah menggunakan sensor PIR dan dapat memonitor keadaan rumah jika ada kebakaran di rumah melalui aplikasi Android. Namun kelemahan penelitian ini belum dilengkapi kamera untuk mengkonfirmasi objek bergerak.

Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini, penulis akan mengembangkan apa yang dibuat tersebut [2]-[3], yaitu dengan memanfaatkan jaringan seluler sebagai *media* perantara *internet*. Untuk sistem keamanannya akan menggunakan perangkat sensor PIR yang dilengkapi oleh kamera untuk mendeteksi keberadaan objek bergerak. Kamera akan mengambil gambar, lalu data tersebut dikelola oleh Raspberry Pi, dan mengirimkan data gambar ke *email* pemilik rumah. Data tersebut digunakan sebagai informasi bahwa ada benda bergerak mencurigakan. Sedangkan untuk sistem kontrol ini akan menggunakan LED sebagai indikator lampu, lalu motor servo sebagai penggerak pintu. Sistem ini dikendalikan melalui aplikasi *smartphone* Android.

2. Konsep Dasar / Material dan Metodologi / Perancangan

2.1 *Internet of Things*

Internet of Things adalah sebagai infrastruktur *global* untuk masyarakat, memungkinkan layanan canggih dengan menghubungkan “*things*” (fisik dan *virtual*). Hal ini berdasarkan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi yang dapat dioperasikan [5].



Gambar 1 *Layer* IoT [5].

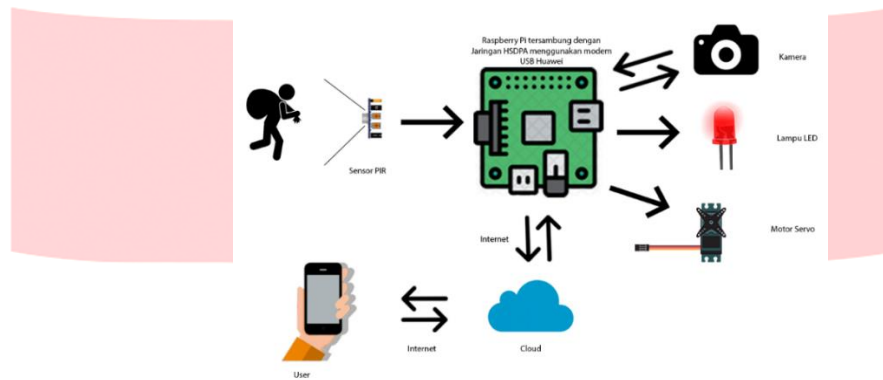
Pada Gambar 1 *layer* IoT terdiri dari 4 lapisan yaitu:

1. *Application*
Layer ini terdiri dari berbagai aplikasi yang menggunakan IoT atau mengendalikan perangkat IoT. Contohnya *smart home*. pada contoh ini, kita dapat mengontrol benda yang ada di rumah seperti lampu, pintu, dan AC.
2. *Platform*
Pada *layer* ini *platform* tersebut menghubungkan jaringan data untuk pengaturan sensor. Ada banyak *platform* IoT tersedia yang memberikan pilihan untuk pengembangan IoT seperti Amazon, Microsoft, Thingspeak, dan Dataplicity.
3. *Network*
Layer Network menyediakan kontrol konektivitas jaringan misalnya sebagai fungsi akses dan transportasi antar *device* dengan *application*.
4. *Device*
Device ini merupakan perangkat – perangkat benda seperti sensor dan aktuator. Perangkat tersebut berinteraksi dengan benda fisik pada lingkungan. Contoh sensor PIR mendeteksi sesuatu ketika ada gerakan dari lingkungan luar.

2.2 Desain Sistem Purwarupa *Security dan Home Automation* berbasis teknologi IoT

Tahap desain sistem memiliki tujuan sebagai proses implementasi lebih terarah, sehingga sistem yang digunakan dapat bekerja dan dapat hasil data yang optimal. Perangkat yang akan digunakan saling terintegrasi satu sama lain, diantaranya Raspberry Pi, jaringan seluler, *Sensor PIR*, Motor Servo, LED, kamera, dan Android sebagai pengontrol dari sistem ini.

Saat sistem diaktifkan, sensor PIR akan mendeteksi sebuah energi panas dari manusia. Lalu kamera dapat menangkap gambar dan mengirimkannya melalui *email*. Karena jaringan seluler masih dapat digunakan hampir seluruh wilayah Indonesia maka pengguna dapat informasi dimanapun berada. Tidak hanya mengetahui informasi keadaan rumah namun sistem ini dapat mengontrol dari jarak jauh seperti menyalakan atau mematikan lampu, dan membukakan atau menutup pintu rumah.



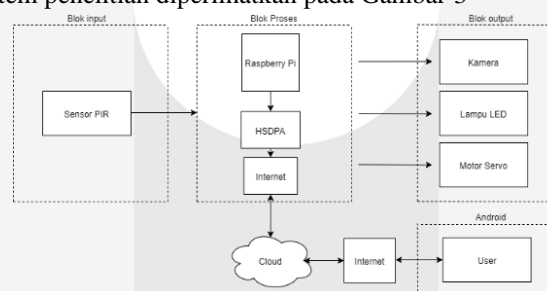
Gambar 2 Desain sistem *Security dan Home Automation*

Pada Gambar 2 merupakan desain sistem *Security and Home Automation* secara umum. Sistem ini berfungsi untuk memonitor dan mengontrol keadaan kondisi rumah. Terdapat beberapa tahapan mengenai mekanisme atau tatacara bekerjanya alat tersebut antara lain:

- a. Tahap sistem keamanan dengan otomatis:
 1. Berawal dari sensor PIR akan merekam apabila ada objek benda yang bergerak,
 2. Selanjutnya kamera akan menangkap objek benda yang bergerak tersebut,
 3. Objek bergerak yang terekam oleh kamera secara bersamaan diproses oleh Raspberry Pi untuk selanjutnya gambar terkirim secara otomatis ke *email user*.
- b. Tahap sistem kontrol menggunakan aplikasi Android:
 1. *User* menyentuh layar *on* atau *off* untuk LED, dan buka atau tutup untuk motor servo.
 2. Perintah tersebut terkirim ke Raspberry Pi sehingga modul dapat berfungsi sesuai keinginan.

2.3 Diagram Blok Sistem

Diagram blok pada sistem penelitian diperlihatkan pada Gambar 3



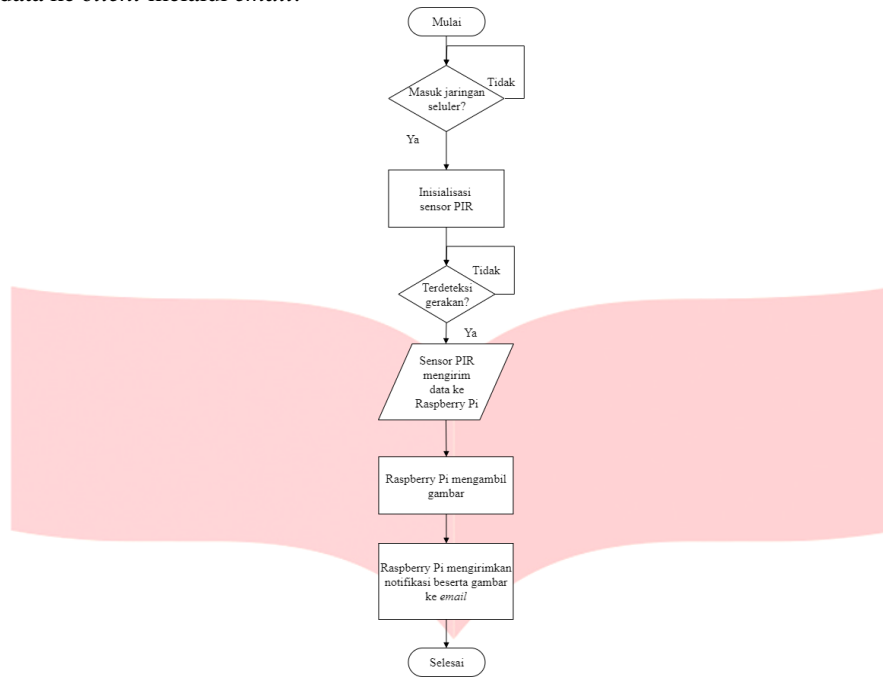
Gambar 3 Diagram Blok Sistem

Pada Gambar 3 ditunjukkan diagram blok sistem model *Smart Home* secara keseluruhan. Pada blok *input* terdiri dari sensor PIR yang bertindak mendeteksi gerakan dari lingkungan luar. Pada blok *output* terdapat beberapa komponen seperti kamera yang bekerja saat sensor PIR aktif. Sedangkan lampu LED dan motor servo akan aktif saat Raspberry Pi menerima perintah dari aplikasi Android. Jaringan seluler dalam hal ini sebagai penghubung jaringan antara *user*, Raspberry Pi dan *cloud*. *Cloud* memberikan *website* untuk mengontrol perintah dari aplikasi ke LED dan Servo.

2.4 Diagram Alir Sistem Keamanan Otomatis

Pada Gambar 4 menunjukkan proses dari sistem keamanan ini dimulai dari sistem terhubung ke jaringan seluler atau tidak, jika tidak maka kembali ke proses awal, jika terhubung maka sistem dapat berkomunikasi. Pada sistem keamanan ini memiliki sensor PIR sebagai *input* yang memberikan informasi kepada *user*. Sensor PIR akan menunggu adanya gerakan atau energi panas dari sinar inframerah jika ada energi panas yang terkena sinar inframerah maka sensor PIR mengirimkan data ke Raspberry Pi, lalu Raspberry Pi akan mengambil gambar

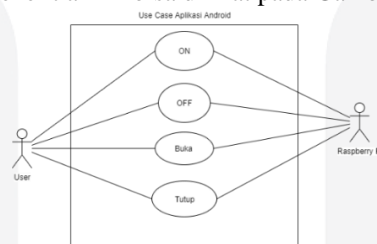
melalui kamera dengan besar 5 megapixel dengan ukuran gambar 1280x800 pixel, setelah itu Raspberry Pi akan mengirimkan data ke *client* melalui *email*.



Gambar 4 Diagram Alir Sistem Keamanan Otomatis.

2.5 Use case Aplikasi Android

Use case aplikasi Android pada penelitian ini bisa dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Use case aplikasi Android.

Pada gambar 5 menunjukkan sistem kerja komunikasi antara aplikasi Android dengan Raspberry Pi. Jika *user* menyentuh layar *on* atau *off* maka Raspberry Pi akan menyalakan atau mematikan lampu LED. Jika user menyentuh layar buka atau tutup maka Raspberry Pi akan membuka atau menutup pintu.

2.6 Parameter Kinerja Sistem

Untuk mengetahui sistem yang telah dirancang bekerja atau tidaknya, maka diperlukan suatu pengukuran kinerja sistem tersebut. Pada pengujian kali ini, akan dilakukan beberapa parameter kinerja sistem *Security and Home Automation*. Berikut adalah skenario pengujian tersebut:

A. Fungsionalitas

Pengujian ini akan menentukan Sensor PIR, motor servo dan LED dapat berfungsi atau tidak. Selama pengujian penulis memeriksa *terminal* di Raspberry Pi sebagai data yang dihasilkan. Prosedur pengujian ini dengan cara, sensor PIR akan diuji jarak dari 2m dan 5m dengan kondisi terang maupun gelap. LED dan motor servo dapat berfungsi ketika aplikasi Android memberikan *input* ke terminal Raspberry Pi lalu dilihat perangkatnya ada perubahan atau tidak. Kriteria sukses apabila perangkat dan sistem bekerja dan berfungsi dengan baik.

B. Quality of Service

Pengujian QoS dilakukan dari 5 sampel tempat yaitu Gedung O Universitas Telkom, Daerah Cikoneng, Buah Batu, Batu Nunggal, dan kantin Universitas Telkom. Metode ini mengukur seberapa baik kualitas jaringan pada sistem yang dibuat. Parameter-parameter QoS yang diuji terdiri atas:

- *Throughput* yaitu kecepatan (*rate transfer data*) sebenarnya pada *bandwidth* yang diukur dalam persentase,
- *Packet Loss* merupakan suatu kondisi jumlah pake yang hilang, dapat terjadi *collision* dan *congestion* pada jaringan,
- *Delay* adalah waktu yang dibutuhkan paket untuk mencapai tujuan.

Hasil pengujian akan dibandingkan dengan tolok ukur mengacu pada standar TIPHON yang telah disajikan dalam subbab *Throughput*, *Packet Loss*, dan *Delay*.

C. Beban Trafik

Pengujian ini akan melihat perbedaan kualitas layanan (QoS) pada jam sibuk dan waktu lengang. Berdasarkan [4] pada jam 19.00 – 22.00 merupakan jam sibuk dan waktu paling minimnya trafik pada pukul 03.00 – 06.00. parameter yang digunakan sama seperti QoS dan tolok ukur mengacu pada standar TIPHON yang telah disajikan dalam subbab *Throughput*, *Packet Loss*, dan *Delay*.

D. Availability

Pengujian Availability adalah kemampuan suatu alat dapat beroperasi dengan cara menyalakan sistem selama 7x24 jam. Lalu hasil pengujian akan diperoleh *uptime* dan *downtime*. *uptime* dan *downtime* akan dihitung berapa besar (%) ketersediaan alat. Hasil tersebut akan dibandingkan dengan persyaratan IBM [20] yang telah disajikan dalam subbab *Availability*.

3. Pengujian dan analisis

3.1 Pengujian Fungsionalitas

Pada pengujian ini dilakukan untuk menguji fungsi sistem dapat berkerja dengan baik.

3.1.1 Pengujian Fungsi Sensor PIR

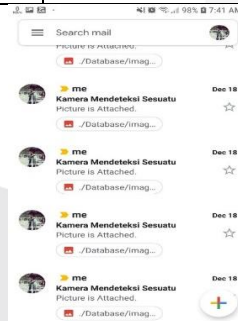
Pengujian ini akan melakukan fungsi sensor PIR dapat mendeteksi dalam kondisi – kondisi sebagai berikut:

1. Kondisi terang dengan jarak 2 meter dan 5 meter.
2. Kondisi gelap dengan jarak 2meter dan 5 meter.

Dengan kondisi ini penulis dapat mengetahui apakah perangkat keras dan perangkat lunak berfungsi dengan baik. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali sampai dapat berhasil dengan baik. Pada Tabel 1 Pengujian dilakukan pada sensor PIR, dan notifikasi dari *email*.

Tabel 1 Tabel pengujian sensor PIR.

No	Masukan	Case	Kondisi	Hasil	Pengujian		
					1	2	3
1	Terjadi sebuah gerakan	Jarak: 2m dalam kondisi terang	Sensor PIR mendeteksi gerakan	<i>Smartphone</i> menampilkan notifikasi dari <i>email</i> .	Sukses	Sukses	Sukses
2	Terjadi sebuah gerakan	Jarak: 2m dalam kondisi gelap	Sensor PIR mendeteksi gerakan	<i>Smartphone</i> menampilkan notifikasi dari <i>email</i> .	Sukses	Sukses	Sukses
3	Terjadi sebuah gerakan	Jarak: 5m dalam kondisi gelap	Sensor PIR mendeteksi gerakan	<i>Smartphone</i> menampilkan notifikasi dari <i>email</i> .	Sukses	Sukses	Sukses
4	Terjadi sebuah gerakan	Jarak: 5m dalam kondisi terang	Sensor PIR mendeteksi gerakan	<i>Smartphone</i> menampilkan notifikasi dari <i>email</i> .	Sukses	Sukses	Sukses

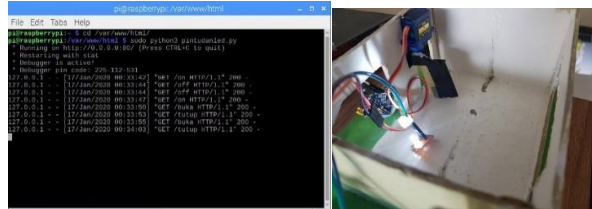


Gambar 6 Tampilan Notifikasi *email*.

Pada Gambar 6 merupakan tampilan notifikasi pada *email*. Ketika sensor PIR mendeteksi adanya gerakan. Pada gambar, dua *email* dari bawah menggunakan jarak 2 meter dengan kondisi terang atau gelap. untuk dua *email* selanjutnya menggunakan jarak 5 meter dengan kondisi terang atau gelap. Perbedaan jarak sensor yang terdeteksi, membuktikan bahwa sensor PIR dapat mendeteksi sumber gerakan sejauh 2 dan 5 meter dan dapat mengirimkan notifikasi beserta gambar ke *email user*.

3.1.2 Pengujian alat Motor Servo dan LED

Pada Gambar 7 hasil kontrol LED lampu dapat menyala atau mati. Lalu untuk perangkat motor servo dapat membuka atau menutup pintu. Berdasarkan dari hasil pengujian tersebut aplikasi Android dapat berfungsi dengan baik.



Gambar 7 Fungsionalitas Motor Servo dan LED.

Pada Gambar 7 hasil kontrol LED lampu dapat menyala atau mati. Lalu untuk perangkat motor servo dapat membuka atau menutup pintu. Berdasarkan dari hasil pengujian tersebut aplikasi Android dapat berfungsi dengan baik.

3.2 Pengujian QoS

Dalam pengujian akan mengukur kualitas jaringan seluler 3.5G pada sistem dapat melayani kebutuhan *user*. Dari pengujian tersebut terbagi menjadi beberapa parameter yaitu:

1. *Throughput* yaitu kecepatan (*rate*) *transfer data* sebenarnya pada *bandwidth* yang diukur dalam persentase,
2. *Packet loss* merupakan suatu kondisi jumlah pake yang hilang, dapat terjadi *collision* dan *congestion* pada jaringan,
3. *Delay* adalah waktu yang dibutuhkan paket untuk mencapai tujuan.

Data akan diambil dari 5 percobaan di tempat yang berbeda – beda dan akan melihat perbedaan antara masing – masing kualitas jaringan pada sistem ini. Pengumpulan data jaringan pada masing – masing tempat dilakukan 3 menit. Pengambilan data diambil dari sisi *user*, untuk mengecek respon jaringan masing – masing tempat. Rata – rata nilai parameter dapat dilihat dari Tabel 2.

Tabel 2 Pengujian QoS sistem.

No	Percobaan	Bandwidth (Mbps)	Throughput (%)	Packet Loss (%)	Delay (ms)
1	Gedung O Universitas Telkom	6.02	99.5	1	79
2	Cikoneng	7.21	99.9	0	16.786
3	Buah Batu	10.27	99.9	0	10.780
4	Batu Nunggal	9.08	99.9	0	15.197
5	Kantin Universitas Telkom	10.88	99.9	0	13.842
Σ	Rata – Rata	8.692	99.82	0.2	27.121

Dari data yang didapat dari 5 tempat, terdapat nilai parameter – parameter. Nilai tersebut akan dibandingkan dengan kategori – kategori standar dari TIPHON [19].

1. *Throughput*

Hasil pengukuran parameter *throughput* untuk masing – masing tempat serta hasil nilai *throughput* mengacu pada kategori standarisasi dari TIPHON di Tabel 3.

Tabel 3 Pengukuran Parameter *throughput* di 5 tempat.

No	Tempat Percobaan	Throughput (%)	Kategori TIPHON[14]
1	Gedung O Universitas Telkom	99.5	Sangat bagus
2	Daerah Cikoneng	99.9	Sangat bagus
3	Daerah Buah Batu	99.9	Sangat bagus
4	Daerah Batu Nunggal	99.9	Sangat bagus
5	Kantin Universitas Telkom	99.9	Sangat bagus

2. *Packet loss*

Hasil pengukuran parameter *packet loss* untuk masing – masing tempat serta hasil nilai *packet loss* mengacu pada kategori standar TIPHON di Tabel 4.

Tabel 4 Pengukuran Parameter *packet loss* di 5 tempat.

No	Tempat Percobaan	Packet loss (%)	Kategori TIPHON[14]
1	Gedung O Universitas Telkom	1	Sangat bagus
2	Daerah Cikoneng	0	Sangat bagus
3	Daerah Buah Batu	0	Sangat bagus
4	Daerah Batu Nunggal	0	Sangat bagus
5	Kantin Universitas Telkom	0	Sangat bagus

3. *Delay*

Hasil pengukuran parameter *delay* untuk masing – masing tempat serta hasil nilai *delay* mengacu pada kategori standar TIPHON di Tabel 5.

Tabel 5 Pengukuran Parameter *delay* di 5 tempat.

No	Tempat Percobaan	Delay (ms)	Kategori TIPHON[14]
1	Gedung O Universitas Telkom	79	Sangat bagus
2	Daerah Cikoneng	16.786	Sangat bagus
3	Daerah Buah Batu	10.780	Sangat Bagus
4	Daerah Batu Nunggal	15.197	Sangat bagus
5	Kantin Universitas Telkom	13.842	Sangat bagus

Dari nilai parameter – parameter QoS untuk masing – masing tempat. Perbandingan nilai antara percobaan dengan standar TIPHON memasuki kategori sangat bagus. Hasil ini menyatakan bahwa sistem dapat memenuhi standar QoS TIPHON.

3.3 Pengujian Beban Trafik

Pada pengujian ini melihat perbedaan beban trafik pada komunikasi jaringan seluler dengan sistem pada jam sibuk dan waktu lengang. Berdasarkan [4] jam sibuk pada pukul 19.00 – 21.00 dan waktu lengang pada pukul 03.00 – 06.00.

3.3.1 Jam Sibuk

Hasil pengukuran pada jam sibuk pukul 19.00 – 21.00 dengan parameter kinerja jaringan QoS di Tabel 6.

Tabel 6 Trafik pada jam sibuk

Bandwidth (Mbps)	Throughput (%)	Packet loss (%)	Delay (ms)
5.08	99.9	0.5	28

Dari nilai parameter – parameter tersebut akan dibandingkan dengan kategori – kategori yang sudah diberikan dari TIPHON [19].

1. Throughput

Hasil pengukuran parameter *throughput* pada jam sibuk serta hasil nilai *throughput* mengacu pada kategori standar TIPHON di Tabel 7.

Tabel 7 Pengukuran parameter *throughput* pada jam sibuk.

Bandwidth (Mbps)	Throughput (%)	Kategori TIPHON [19]
5.08	99.9	Sangat bagus

2. Packet loss

Hasil pengukuran parameter *packet loss* pada jam sibuk serta hasil nilai *packet loss* mengacu pada kategori standar TIPHON di Tabel 8.

Tabel 8 Pengukuran parameter *packet loss* pada jam sibuk.

Packet loss (%)	Kategori TIPHON [19]
0.5	Sangat bagus

3. Delay

Hasil pengukuran parameter *delay* pada jam sibuk serta hasil nilai *throughput* mengacu pada kategori standar TIPHON di Tabel 9.

Tabel 9 Pengukuran parameter *delay* pada jam sibuk.

Delay (ms)	Kategori TIPHON [19]
28	Sangat bagus

3.3.2 Waktu Lengah

Hasil pengukuran pada waktu lengang pukul 19.00 – 21.00 dengan parameter kinerja jaringan QoS di Tabel 10.

Tabel 10 Beban Trafik pada waktu Lengah.

Bandwidth (Mbps)	Throughput (%)	Packet loss (%)	Delay (ms)
14.98	99.9	0.2	24

Dari nilai parameter – parameter tersebut akan dibandingkan dengan kategori – kategori yang sudah diberikan dari TIPHON [19].

1. Throughput

Hasil pengukuran parameter *throughput* pada waktu lengang serta hasil nilai *throughput* mengacu pada kategori standar TIPHON di Tabel 11.

Tabel 11 Pengukuran parameter *throughput* pada waktu lengang.

Bandwidth (Mbps)	Throughput (%)	Kategori TIPHON [19]
5.08	99.9	Sangat bagus

2. Packet loss

Hasil pengukuran parameter *packet loss* pada jam sibuk serta hasil nilai *packet loss* mengacu pada kategori standar TIPHON di Tabel 12.

Tabel 12 Pengukuran parameter *packet loss* pada waktu lengang.

Packet loss (%)	Kategori TIPHON [19]
0.2	Sangat bagus

3. Delay

Hasil pengukuran parameter *delay* pada jam sibuk serta hasil nilai *throughput* mengacu pada kategori standar TIPHON di Tabel 13.

Tabel 13 Pengukuran Parameter *delay* pada waktu lengang.

Delay (ms)	Kategori TIPHON [19]
24	Sangat bagus

Dari hasil pengujian bisa dilihat pada waktu lengang memiliki kapasitas *bandwidth* lebih besar daripada jam sibuk. Dari parameter *throughput* pada jam sibuk dan waktu lengang memiliki nilai yang sama. Lalu *packet loss*, dan *delay* pada waktu lengang lebih kecil daripada jam sibuk. berdasarkan dari perbedaan hasil tersebut kinerja pada waktu lengang lebih bagus daripada pada jam sibuk. Hasil parameter – parameter yang telah diuji memiliki standarisasi TIPHON dengan kategori sangat bagus.

3.3 Pengujian Availability

Pengujian ini akan dilakukan bertujuan untuk melihat sistem dapat berfungsi / melayani user selama 7x24 jam. Setelah diuji akan mendapatkan hasil dari sistem berupa *uptime* dan *downtime*.

Tabel 14 Tabel Pengujian Availability

Hari ke-	Uptime (jam)	Downtime (jam)	Persentase(%)
1	26	0	100
2	52	0.6333	98.79
3	75	0.6333	99.16
4	103	0.6333	99.38
5	126	0.6333	99.49
6	145	1.31	99.10
7	168	2	98.82

Pengujian berlangsung selama 7 hari dengan nilai *availability* diambil setiap pagi hari. Dari hasil pengujian ini dihasilkan presentase dari *availability* sistem yang dihitung berdasarkan *uptime* dan *downtime* dengan hasil akhir pengujian *uptime* 168 jam, *downtime* 2. Hasil pengujian ini memenuhi standar IBM dengan nilai 98.82%.

4. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Purwarupa sistem Security and Home Automation berbasis *Internet of Things* (IoT) telah berhasil didesain dan di implementasikan. Pengguna sistem dapat memonitor atau mengontrol rumahnya dimanapun berada. User berkomunikasi dengan alat melalui jaringan seluler yang terhubung kedalam sistem IoT menggunakan sensor PIR. Sensor PIR akan mendeteksi jika ada gerakan dan mengirimkan data gambar dari kamera ke *email*. Sedangkan dari aspek kontrol menggunakan aplikasi Android. Aplikasi ini dapat mengendalikan lampu *Light Emitting Diode* (LED), dan motor servo sebagai penggerak pintu.
- 2) Berdasarkan uji fungsionalitas, semua perangkat mampu berfungsi dengan baik. Sensor PIR mampu berfungsi pada jarak 2 meter, 5 meter dalam kondisi terang maupun gelap. Gambar juga dapat terkirim ke *email* pengguna. Aplikasi Android dapat mengontrol motor servo dan LED dengan baik
- 3) Berdasarkan uji kualitas layanan (QoS) dengan tolok ukur menggunakan standar TIPHON, menunjukkan bahwa sistem yang dirancang dan di ujicoba pada 5 tempat menghasilkan nilai dengan rata-rata *bandwidth* 8.692 Mbps, *throughput* 99.82%, rata-rata *delay* 27.121 ms, dan rata-rata *packet loss* sebesar 0.2%.
- 4) Waktu lengang memiliki kinerja lebih baik daripada jam sibuk dengan tolok ukur menggunakan standar TIPHON dengan hasil *bandwidth* 14.98 Mbps, *throughput* 99.9%, *delay* 21ms, dan *packet loss* sebesar 0.2%. sedangkan untuk jam sibuk memiliki hasil *bandwid. th* 5.08 Mbps, *throughput* 99.9%, *delay* 28 ms, dan *packet loss* sebesar 0.5%.
- 5) Hasil uji ketahanan alat diperoleh bahwa alat yang dibuat dapat memenuhi tolok ukur yang ditetapkan menggunakan standar IBM yaitu dengan *service level uptime* sebesar 98.248%.

5. Daftar Pustaka:

- [1] S. S. P. dan Keamanan, *Statistik Kriminal 2019*. Subdirektorat Statistik Politik dan Keamanan, 2019.
- [2] R. K. Kodali, V. Jain, S. Bose, and L. Boppana, "IoT based smart security and home automation system," *Proceeding - IEEE Int. Conf. Comput. Commun. Autom. ICCCA 2016*, no. October 2017, pp. 1286–1289, 2017.
- [3] K. K. Jena, S. K. Bhoi, and P. K. Maharana, "A Smart and Secure Home Automation System Using IoT," vol. VIII, no. Iii, pp. 125–132, 2019.
- [4] S. Millah, "Kecepatan Internet 4G Paling Lelet pada Jam Ini," *bisnis.com*, 2019. .
- [5] M. Gunturi, H. D. Kotha, and M. Srinivasa Reddy, "An overview of internet of things," *J. Adv. Res. Dyn. Control Syst.*, vol. 10, no. 9, pp. 659–665, 2018.
- [6] Laili Wahyunita, "Home Chat : a way communicate with home instrument," 2011.
- [7] M. Irhamsyah, R. Febriani, I. Di, and K. Banda, "Studi Perbandingan HSDPA pada Telkomsel Flash Dan IndosatM2 Di Kota Banda Aceh," *J. Rekayasa Elektr.*, vol. 9, no. 2, pp. 86–92, 2010.
- [8] M. Meruje, M. G. Samaila, V. N. L. Franqueira, M. M. Freire, P. Ricardo, and M. Inácio, "A Tutorial Introduction to IoT Design and Prototyping with Examples," pp. 153–189, 2018.
- [9] Raspberry Pi, "GPIO," 2019. [Online]. Available: <https://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio/>.
- [10] E. P. Dewa and R. Kartadie, "Integrasi Sensor Gerak dan Ponsel pada Arduino Sebagai Sistem Kontrol Keamanan Rumah," *J. Ilm. Penelit. dan Pembelajaran Inform.*, vol. 1, no. 2, pp. 30–37, 2016.

- [11] S. C. Singh, “Basics of light emitting diodes, characterizations and applications,” *Handb. Light Emit. Schottky Diode Res.*, no. December 2009, pp. 133–168, 2009.
- [12] D. Suhardi, “Prototipe Controller Lampu Penerangan LED (*Light Emitting Diode*) Independent Bertenaga Surya Prototype Lamp Lighting Controller LED (*Light Emitting Diode*) Independent Solar Jika Kita Perhatikan Cadangan Energi dari Bahan Minyak Bumi di Indonesia Diper,” *Jurna gamma*, no. September, pp. 116–122, 2014.
- [13] A. Rahman, “Assignment on Servo Motor,” *Servo Motor.*, no. January, pp. 2–5, 2018.
- [14] P. Jarka, Arnold,; egidius, “Servo Motors,” <http://www.python-exemplary.com/>. [Online]. Available: http://www.python-exemplary.com/index_en.php?inhalt_links=navigation_en.inc.php&inhalt_mitte=raspi/en/servomotors.in c.php.
- [15] Irianto, “Model Jaringan 7 Osi Layer,” *J. Inform.*, vol. 1, no. 1, p. 5, 2011.
- [16] S. Dodit and A. Rini, “Pemrograman Aplikasi Android,” Yogyakarta: Mediakom, no. May, 2013.
- [17] Datapilcity, “How it works,” *Datapilcity*, 2019. [Online]. Available: <https://docs.datapilcity.com/docs/how-it-works>. [Accessed: 08-Jan-2020].
- [18] R. Wulandari, “Analisis Qos (*Quality Of Service*) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI),” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, pp. 162–172, 2016.
- [19] *Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Networks (TIPHON)*, “TR 101 329,” *Etsi*, vol. 1, no. *General aspects of Quality of Service (QoS)*, pp. 1–37, 1999.
- [20] IBM, “Availability High availability overview,” vol. 7.1, p. 35, 2016.