

Internet of Things : Sistem Keamanan Rumah berbasis Raspberry Pi dan Telegram Messenger

MUHAMAD IRFAN KURNIAWAN, UNANG SUNARYA, ROHMAT TULLOH

D3 Teknik Telekomunikasi Fakultas Ilmu Terapan Universitas Telkom
Email: mirfank@outlook.com

Received 2 November 2017 | *Revised* 5 Desember 2017 | *Accepted* 15 Desember 2017

ABSTRAK

Banyak orang memasang kamera pengawas di rumah untuk memantau rumah ketika dalam keadaan kosong. Namun tidak ada pemberitahuan secara langsung kepada pemilik rumah ketika ada orang yang tidak dikehendaki terdeteksi oleh sistem kamera pengawas. Kekurangan lainnya adalah kamera tetap merekam video meskipun tidak ada aktifitas yang terdeteksi. Penelitian ini merancang sistem keamanan rumah berbasis Internet of Things (IoT) memanfaatkan Telegram Messenger. Ketika sensor PIR (Passive Infra Red) mendeteksi gerak manusia, maka kamera Raspberry Pi akan mengambil foto dan mengirimkan hasilnya kepada pengguna melalui Telegram Messenger. Bot pada Telegram Messenger akan menawarkan 2 fitur yang dapat dipilih oleh pemilik rumah, yaitu mengambil foto atau video. Dari hasil pengujian yang dilakukan, didapatkan hasil berupa jarak maksimum deteksi obyek terhadap sensor adalah 6 meter. Dari Pengujian yang dilakukan terbukti sistem mampu bekerja mendeteksi, merekam dan mengirim hasilnya ke pengguna. Waktu yang dibutuhkan untuk pengiriman pesan deteksi obyek sebesar 4.73 detik. Untuk request foto sampai dengan foto diterima membutuhkan waktu 5.73 detik dan untuk video membutuhkan waktu 14.86 detik.

Kata kunci: *Keamanan rumah, Raspberry Pi, IoT, Sensor PIR, Telegram Messenger*

ABSTRACT

Many people install surveillance system at home to monitor when the house is empty. But there is no direct notification to the homeowner when unwanted person is detected by the surveillance system. Another drawback is that the camera remains a video recording even though no activity is detected. These research designs home security systems based on the IoT using Telegram Messenger. The way the system works is when the PIR sensor detects the presence of human being objects, the Raspberry Pi camera will take photos and send the results to the user via the Telegram Messenger. The bot on the Telegram Messenger will offer 2 features that can be selected by users, which are taking photos or videos. The results of performance test of the system, show that the maximum distance of the object against the sensor that can be detected is 6 meters. The system proved able to work to detect, record and send the results to the user. Average time for the delivery of alert messages is 4.73 seconds. Time needed to process photo request until received by users are 5.73 seconds and 14.86 seconds respectively.

Keywords: *Home security, Raspberry Pi, IoT, PIR Sensor, Telegram Messenger*

1. PENDAHULUAN

Tingkat kriminalitas dari tahun 2013 sampai 2015 khususnya yang menimpa rumah tangga seperti pencurian dan perampokan masih sering terjadi meskipun berfluktuatif. Tercatat pada tahun 2015 angka pencurian dan pencurian dengan kekerasan pada rumah tangga berada di angka 1.628.634. Dari 100.000 orang, 140 orang diantaranya beresiko terkena tidak kejahatan **(Badan Pusat Statistik, 2016)**. Banyak pencurian terjadi ketika pemilik rumah sedang bepergian dan rumah ditinggal dalam waktu yang cukup lama. Meskipun di beberapa lingkungan perumahan sudah memiliki petugas keamanan, namun keterbatasan manusia dapat menjadi celah bagi pelaku pencurian.

Berbagai penelitian menawarkan sistem yang mampu menambah tingkat keamanan di dalam rumah. Seperti pada penelitian sebelumnya yaitu sebuah *prototype* berbasis arduino mega yang menggunakan *password* untuk masuk ke dalam rumah. *Password* dimasukkan melalui *keypad* 3x4. Di dalam rumah ditambahkan *webcam* untuk merekam keadaan dan sensor PIR untuk mendeteksi adanya gerakan sekaligus sebagai *triger* untuk mengaktifkan lampu LED di dalam rumah **(Nataliana, Anwari, & Akbar, 2017)**. Pada penelitian yang lain yang berjudul *sleepycam* menggunakan sensor PIR sebagai detektor gerakan manusia dan kamera untuk merekam gerakan dengan perangkat utama berbasis Raspberry Pi. Pada penelitian tersebut berfokus pada isu utama tentang konsumsi daya. Sistem dirancang untuk mengkonsumsi daya yang lebih rendah melalui kamera *wireless* yang aktif hanya ketika sensor mendeteksi gerakan serta penggunaan komparasi frame pada kamera **(Mekonnen, Harjula, Koskela, & Ylianttila, 2017)**. Selain itu, berbagai penelitian yang lain tentang sistem keamanan rumah diantaranya sistem keamanan rumah berbasis *port* paralel komputer dan sensor cahaya **(Alfirman, 2012)**, sistem keamanan rumah berbasis *online* dengan penggunaan perangkat *mobile* **(Abidin, 2014)**, namun pada penelitian tersebut tidak menggunakan aplikasi Telegram *Messenger* pada penelitiannya. Ada juga penelitian sistem keamanan ruangan dengan sensor PIR yang dilengkapi kontrol penerangan berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dan RTC (*Real Time Clock*) tipe DS1307 **(Zain, 2013)**.

Pada Penelitian ini memanfaatkan *teknologi Internet of Things* (IoT). Fokus penelitian ini adalah bagaimana *Internet of Things* mampu melakukan monitoring rumah dari jarak jauh dengan memanfaatkan aplikasi *instant messenger* yang sudah ada. Penggunaan Telegram *Messenger* pada penelitian ini adalah karena sifatnya yang *open source*. Kelebihan tersebut membuat pengguna dapat melihat *source code*, *protocol* dan *Application Program Interface* (API) yang ada di dalamnya. Hal ini memudahkan pengguna ketika ingin membuat aplikasi tambahan seperti pada penelitian ini. Telegram Messenger merupakan *Instant Messenger platform* yang mendukung *operating system* (OS) berbasis Linux sehingga kompatibel dengan Raspberry Pi yang juga menggunakan OS yang sama. Fitur bot yang tidak ada pada *instant messenger* lain menjadi kelebihan lainnya. Bot adalah akun penjawab otomatis yang dapat merespons teks tertentu sesuai dengan perintah yang kita berikan.

Sistem keamanan ini memanfaatkan sensor PIR yang dapat mendeteksi adanya manusia. Jika sensor aktif, maka akan memicu kamera yang terhubung dengan Raspberry Pi untuk mengambil foto dan mengirimkan gambar tersebut kepada pemilik rumah melalui aplikasi Telegram *Messenger*. Setelah itu, bot pada Telegram *Messenger* menawarkan apa yang ingin kita lakukan selanjutnya, ada dua kemungkinan yang dapat dilakukan oleh bot ini, yaitu mengambil foto atau video keadaan di rumah pada saat itu dan mengirimkannya kembali ke pengguna. Sehingga jika terjadi hal-hal yang mencurigakan, pengguna dapat langsung menghubungi polisi atau keamanan setempat. Alasan penggunaan foto atau video yaitu untuk memperjelas subjek pelaku yang tertangkap kamera, agar proses identifikasi kedepannya

mudah. Berbeda jika hanya dari foto saja, bisa jadi subjek yang tertangkap kamera sedang dalam posisi yang tidak mudah dikenali.

1.1 Sensor PIR (*Passive Infra Red*)

Sensor PIR (*Passive Infra red*) terbuat dari sensor *apryoelectric* dengan struktur seperti logam bulat dengan kristal persegi panjang di tengahnya seperti pada Gambar 1. Cara kerja sensor PIR adalah mendeteksi tingkat radiasi gelombang infra merah di sekitarnya. Hal ini karena semua benda dan makhluk memancarkan radiasi mulai dari tingkat rendah sampai yang lebih panas.

Pada sensor terdapat detektor gerakan yang terdiri dari dua bagian. Sensor bekerja dengan membandingkan hasil kedua bagian detektor tersebut. Pada kondisi tidak ada gerakan atau *idle* maka nilai infra merah yang ditangkap oleh sensor mempunyai nilai yang sama. Ketika obyek dengan suhu yang lebih hangat seperti manusia atau hewan melewati sensor, maka akan menghasilkan nilai radiasi infra merah yang lebih tinggi dari sebelumnya. Perbedaan nilai radiasi infra merah yang ditangkap menyebabkan sensor dapat mendeteksi adanya pergerakan (**Electfreaks, 2015**).

Sensor PIR memiliki beberapa kelebihan seperti harganya yang murah, tidak membutuhkan daya yang besar serta berbeda dengan pemasangan kamera untuk pemasangannya sensor PIR tidak mengganggu privasi (**Kashimoto et al., 2017**).



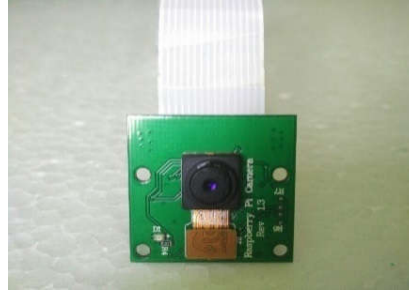
Gambar 1. Sensor PIR

1.2 Minikomputer Raspberry Pi

Raspberry Pi adalah papan komputer tunggal yang dikembangkan oleh Yayasan *Raspberry Pi* di Inggris. Pada penelitian ini digunakan Raspberry Pi 3 model B yang sudah dilengkapi dengan kemampuan WiFi, *Bluetooth* dan USB *boot on-board* dan terpasang secara *bundling* (**Raspberry Pi Foundation, 2012**). Untuk keperluan penyimpanan data maka ditambahkan memori eksternal sebesar 32 Giga bit untuk menyimpan sementara foto dan video dari kamera Raspberry Pi yang digunakan.

1.3 Modul Kamera Raspberry Pi

Modul kamera Raspberry Pi atau disingkat Raspicam merupakan kamera yang digunakan untuk mengambil foto atau video. Raspicam mempunyai resolusi sebesar 5 megapixel dan mendukung resolusi video 720p, 1080p dan VGA90. Pada Gambar 2 tampak Raspicam terhubung secara serial melalui *port* CSI (*Camera Serial Interface*) 15 pin yang ada pada Raspberry Pi. Sudut pengambilan video disarankan dipasang tegak lurus terhadap objek atau $\pm 90^\circ$.



Gambar 2. Kamera Raspberry Pi

1.4 Aplikasi Telegram Messenger

Telegram Messenger adalah aplikasi pesan *chatting* seperti Whatsapp, Line dan BBM (*Blackberry Messengger*). Telegram Messenger menggunakan protokol MTProto yang sudah teruji dengan tingkat keamanannya karena proses enkripsi *end-to-end* yang digunakan. Sama seperti aplikasi sejenis, Telegram Messenger dapat berbagi pesan, foto, video, *location tagging* antara sesama pengguna.

Berbagai kelebihan yang ditawarkan yang sangat berguna pada penelitian ini seperti adanya *cloud* pada *server* Telegram Messenger yang memungkinkan untuk menyimpan data-data seperti percakapan, foto dan video (Sutikno, Handayani, Stiawan, Riyadi, & Subroto, 2016). Fitur bot yang memiliki kecerdasan artifisial merupakan fitur yang dapat terintegrasi dengan dengan berbagai layanan melalui internet. Dengan fitur bot inilah penulis akan membuat suatu sistem yang dapat terintegrasi pada sistem keamanan rumah.

1.5 Bahasa Pemrograman Shell Bash dan Python

Shell adalah program yang berfungsi untuk menerjemahkan perintah dari *user* agar mampu dipahami oleh kernel pada suatu sistem operasi. *Shell* kompatibel dengan sistem operasi Linux dan Unix. Sistem operasi tersebut menyediakan pustaka tentang kumpulan perintah sehingga *user* dapat menggunakannya sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Jenis *Shell* yang ada beragam seperti *Bourne shell* (sh), *korn shell* (Ksh), *C shell* (csh), *Bourne again shell* (Bash). Pada penelitian ini digunakan bahasa pemrograman *shell bash* karena kelebihanannya seperti jumlah fasilitas perintah yang sangat banyak dan kemudahan penggunaannya.

Python adalah bahasa pemrograman yang mendukung model pemrograman fungsional, prosedural maupun berorientasi objek. Beberapa keunggulan *Python* seperti konsep desain yang bagus, sederhana dan mudah untuk digunakan. Bahasa *Python* juga memiliki banyak pustaka untuk berbagai kebutuhan aplikasi serta dapat diintegrasikan dengan aplikasi yang ditulis dengan bahasa pemrograman lain seperti C, C++, Java dan lain-lain. Sifatnya yang *open source* membuat bahasa pemrograman *Python* banyak diminati oleh *programmer*.

2. METODOLOGI PENELITIAN

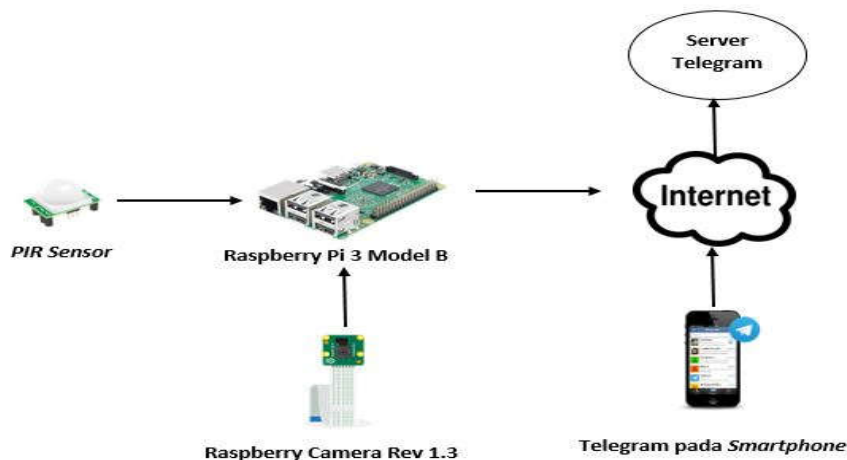
Cara kerja dari sistem keamanan ini adalah saat sistem aktif dan sensor PIR tidak mendeteksi adanya obyek manusia maka sistem akan berada pada kondisi *standby*. Ketika sensor PIR mendeteksi suatu pergerakan maka kamera Raspberry Pi akan langsung mengambil foto, kemudian menyimpan hasil foto tersebut pada memori eksternal yang berada di RaspberryPi, kemudian mengirimkan foto tersebut ke pengguna Telegram Messenger sekaligus pemberitahuan ke pengguna. Bot Telegram Messenger akan langsung menawarkan 2 opsi untuk proses berikutnya, yaitu untuk mengambil foto kembali atau mengambil video. Jika pengguna memilih untuk mengambil foto atau mengambil video, maka bot akan memberi

perintah kepada Raspberry Pi untuk mengambil foto atau video melalui kamera Raspberry Pi dan mengirimkan hasilnya langsung ke pengguna. Foto menggunakan format JPEG sedangkan video yang dikirim menggunakan format MPEG dengan codec H264 serta resolusi sebesar 720p. Video selanjutnya dikonversi menjadi format GIF ketika sampai di pengguna. Jika pengguna tidak melakukan perintah selanjutnya maka, sistem akan kembali *standby*.

Pada bagian berikutnya akan dibahas mengenai perancangan sistem mulai dari *hardware* dan *software* yang akan digunakan. Tahap perancangan sistem keamanan rumah ini dijelaskan melalui diagram blok dan *flowchart* sistem.

2.1 Diagram Blok Sistem

Dalam perencanaan alat Sistem Keamanan Rumah Berbasis Raspberry Pi dengan Memanfaatkan Aplikasi Telegram *Messenger* menggunakan kamera Raspberry Pi dan sensor PIR, diperlukan adanya suatu blok diagram untuk mengetahui prinsip kerja alat. Adapun blok diagram seperti pada Gambar 3 dengan penjelasan tiap bagian sebagai berikut:



Gambar 3. Diagram Blok Sistem

Modul Sensor PIR yang digunakan adalah *type* HC-SR501, *output* dari sensor tersebut adalah dalam bentuk digital sehingga dapat langsung dihubungkan ke pin GPIO pada modul RaspberryPi. Pin *output* pada sensor ini akan menghasilkan tegangan 0 volt saat sedang *idle* atau tidak mendeteksi gerakan dan 3.3 volt saat sensor mendeteksi gerakan. Representasi digital tegangan 0 volt adalah digit 0 dan tegangan 3.3 volt sebagai digit 1.

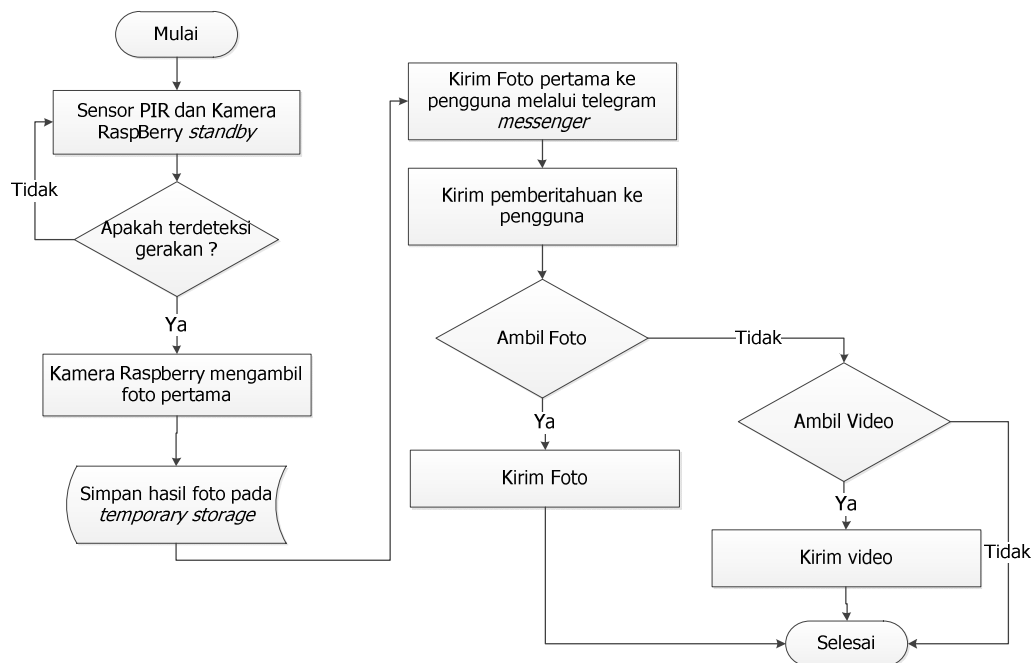
Kamera Raspberry Pi tipe rev 1.3 dihubungkan dengan *port* CSI (*camera serial interface*) yang terdiri dari 15 pin pada Raspberry Pi. Kamera berfungsi mengambil foto setiap ada pergerakan yang terdeteksi atau merekam keadaan sekitar dan dapat mengambil foto dan video dengan perintah dari Telegram *Messenger*. Kamera Raspberry Pi mempunyai spesifikasi resolusi sebesar 5 mega pixel yang mendukung resolusi video 1080p dan 720p. Foto yang diterima pada Telegram *Messenger* pengguna mempunyai dimensi 640 x 480 pixels (± 20 KB) atau 1280 x 720 pixels (± 60 KB). Video yang dihasilkan menggunakan format video MPEG dengan codec H264. Namun ketika dikirim ke Telegram *Messenger* akan di konversi menjadi format GIF oleh *cloud server* Telegram *Messenger* agar dapat dijalankan pada aplikasi Telegram *Messenger* di *smart phone*.

Raspberry Pi 3 model B membaca data dari sensor PIR, kemudian memproses dan mengolah data. Mengakses *Server* Telegram *Messenger* untuk menginformasikan kepada pengguna

terhadap respon dari sensor. Memori eksternal pada Raspberry Pi berfungsi juga sebagai tempat penyimpanan foto dan video sementara sebelum dikirim ke *server* Telegram *Messenger* dan pengguna. Menerima instruksi dari pengguna melalui Telegram *Messenger* dan tempat pemrograman bot Telegram *Messenger* dengan menggunakan bahasa *Python*.

Internet sebagai penghubung antara Raspberry Pi dengan Telegram *Messenger* sehingga dapat terkoneksi ke *server* Telegram *Messenger*. Menggunakan jaringan Internet *Fiber to The Home* (FTTH) milik PT. Telkom. *Server* Telegram *Messenger* sebagai tempat penyimpanan semua foto dan video yang terdeteksi.

Smartphone yang sudah ter-*install* Telegram *Messenger* sebagai *interface* pengguna ke internet sehingga dapat memonitoring keamanan rumah dari tempat yang jauh.



Gambar 4. Alur Kerja Sistem

Sesuai dengan Gambar 4 maka alur kerja dari sistem keamanan rumah adalah sebagai berikut:

1. Sensor PIR menangkap adanya pergerakan yang melewati sensor tersebut, yang kemudian mengirimkan logika 1 ke Raspberry Pi agar dapat diproses.
2. Kamera akan terpicu untuk mengambil foto dan mengirimkan hasilnya ke Raspberry Pi karena sensor PIR mengirimkan logika 1 kepada Raspberry Pi.
3. Raspberry Pi akan mengirimkan foto deteksi awal dan pemberitahuan ke *server* Telegram *Messenger* sebelum dikirimkan kepada pengguna.
4. *Server* Telegram *Messenger* mengirimkan pemberitahuan dan foto kepada pengguna melalui aplikasi Telegram *Messenger* pada *smart phone*.
5. Pengguna menerima pemberitahuan dan foto deteksi awal. Pengguna juga akan menerima pilihan apakah akan *request* foto berikutnya atau *request* video atau mengabaikannya. Selanjutnya *request* pengguna diteruskan ke Raspberry Pi.
6. Raspberry Pi menginstruksikan agar kamera mengambil gambar atau video.
7. Kamera mengirimkan foto atau video ke Raspberry Pi. Selanjutnya mengirimkan foto dan video ke *server* Telegram *Messenger* untuk diteruskan ke pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Untuk mengetahui kinerja sistem maka perlu dilakukan beberapa pengujian di tiap bagian maupun untuk keseluruhan sistem. Pengujian tersebut antara lain: 1. Pengujian sensitifitas sensor PIR terhadap jarak objek yang terdeteksi, 2. Pengujian sudut optimum sensor PIR, 3. Pengujian Pengaruh suhu ruangan terhadap sensor PIR, 4. Pengujian keberhasilan pengiriman gambar dan video, 5 Pengukuran delay pengiriman gambar atau video. Sedangkan hasil akhir sistem yang dibuat tampak seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Realisasi Perangkat

3.1 Pangujian Jarak Jangkauan Sensor PIR

Pengujian ini mengukur seberapa jauh sensor PIR dapat bekerja untuk mendeteksi gerakan. Dilakukan 4 kali percobaan pada setiap jarak yang telah ditentukan untuk menguji sensitivitas sensor PIR. Pada Tabel 1 adalah hasil pengujian dari sensitivitas sensor PIR untuk mendeteksi suatu obyek berdasarkan jarak.

Tabel 1. Pengukuran Jarak Jangkauan Sensor PIR

Jarak Obyek (Meter)	Hasil Pengujian										Persentase Keberhasilan
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	100%
2	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	100%
3	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	100%
4	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	100%
5	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	100%
6	B	B	B	B	B	B	B	B	B	B	100%
7	B	B	G	B	B	B	B	G	G	B	70%
8	B	G	B	B	G	G	B	G	B	G	50%
9	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	0%
10	G	G	G	G	G	G	G	G	G	G	0%

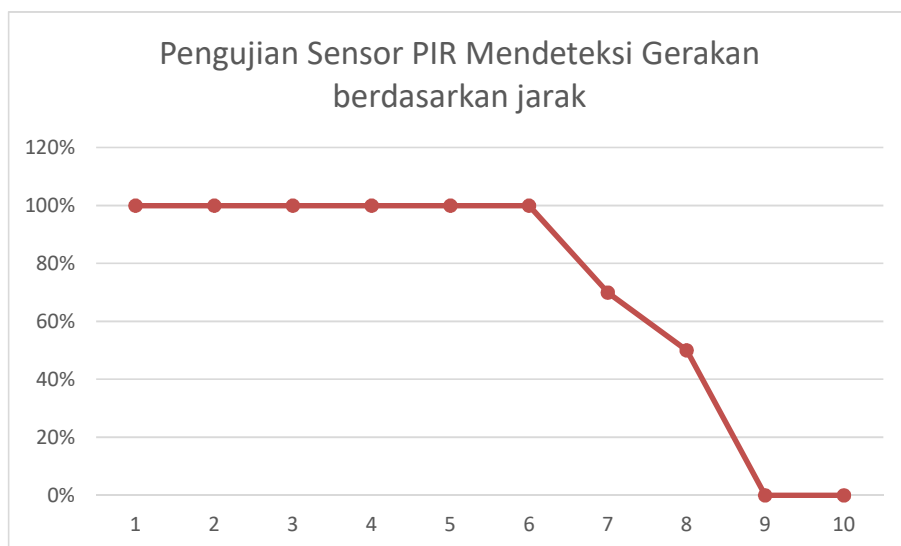
Keterangan:

B: Berhasil

G: Gagal

Dari Tabel 1 dan Gambar 6 dapat disimpulkan bahwa jarak maksimum sensor PIR dapat bekerja untuk mendeteksi adanya suatu pergerakan adalah 6 meter. Hal ini karena pada jarak 6 meter tingkat keberhasilan sensor PIR masih berada di angka 100%. Pada jarak 7 dan 8 meter Sensor PIR masih dapat mendeteksi gerakan namun tingkat keberhasilannya di bawah

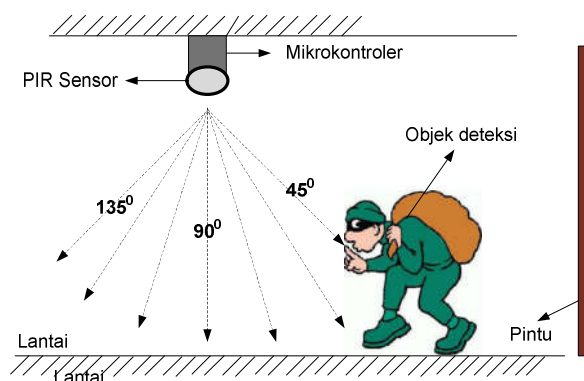
90% dan pada jarak lebih dari 8 meter sensor PIR tidak dapat mendeteksi adanya pergerakan lagi



Gambar 6. Grafik Pengujian Jarak Jangkauan Sensor PIR

3.2 Sudut Sensitivitas Sensor PIR

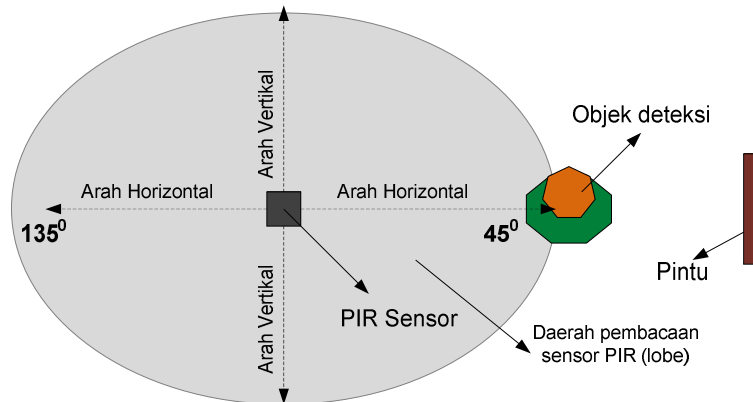
Langkah-langkah pengujian dilakukan untuk mengetahui sudut optimum sensor PIR dalam mendeteksi gerakan secara horizontal dan vertikal. Pada Gambar 7 dapat dilihat objek dalam hal ini manusia akan melintasi sensor PIR dengan membentuk sudut yang bervariasi mulai dari 30°, 45°, 60°, 85°, 90°, 105°, 120°, 135°, 150°. Jarak objek melintasi dari sensor PIR adalah sejauh 3-4 meter. Jarak tersebut masih di dalam jangkauan sensor PIR. Sesuai dengan tabel 1 diketahui jangkauan maksimum sensor adalah 6 meter. Pengukuran dilakukan di ruangan tertutup dan memiliki *Air Conditioner* (AC). Suhu diatur sebesar 25° Celcius. Suhu ruangan diukur menggunakan termometer analog yang menunjukkan angka sebesar 25° Celcius.



Gambar 7. Pengujian Sudut Jangkauan Sensor PIR (dilihat dari samping)

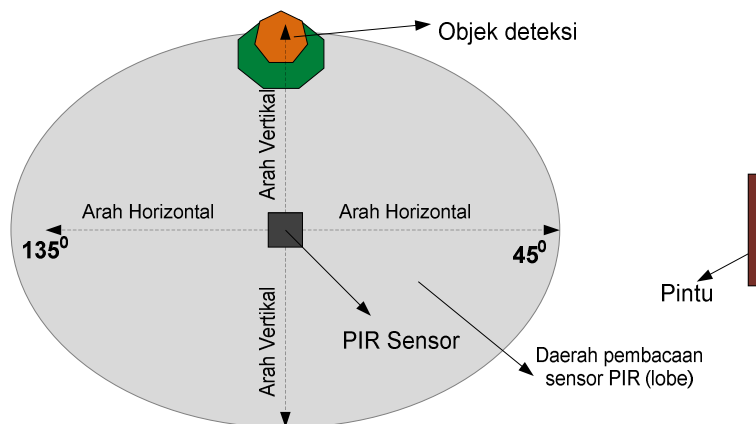
Pada ilustrasi Gambar 7 dapat dijelaskan bahwa peletakan perangkat kontroler (dalam hal ini Raspberry Pi) dan juga sensor PIR berada di atas tertanam pada bagian langit-langit rumah. Dimana sensor PIR memancarkan sinyal pembacaan data ke arah di bawahnya dengan pola pancar dapat berupa elips atau lingkaran (mirip dengan polarisasi antenna: lingkaran atau elips). Dengan kemampuan seperti ini, maka objek tidak hanya akan terbaca di arah horizontal

saja tapi memungkinkan terbaca di arah vertikal. Adapun pada pengujian sebelumnya Tabel 1 telah didapat bahwa objek hanya dapat dibaca pada jarak maksimum 6 meter lebih dari itu akurasi kurang dari 100%. Hal ini menunjukkan bahwa pada jarak lebih dari 6 meter ada kemungkinan sensor salah baca (gagal melakukan deteksi). Dalam hal ini jarak 6 meter merupakan jarak optimum pembacaan. Oleh karena itu, posisi sensor harus diletakan pada ketinggian tidak lebih dari 6 meter dari objek yang akan dideteksi saat pengujian.



Gambar 8. Pengujian Sudut Jangkauan Sensor PIR Arah Horizontal (dilihat dari atas)

Pada Gambar 7 dan Gambar 8 ditunjukkan ilustrasi pengujian deteksi objek dari berbagai sudut secara horizontal. Pada Gambar 7 ilustrasi digambarkan ketika objek yang dideteksi dilihat dari samping, sedangkan pada Gambar 8 diilustrasikan objek yang dideteksi posisinya dilihat dari atas.



Gambar 9. Pengujian Sudut Jangkauan Sensor PIR Arah Vertikal (dilihat dari atas)

Pada Gambar 9 ditunjukkan pengujian sudut jangkauan sensor PIR pada arah vertikal. Dimana dalam pengujiannya objek berada di sebelah kiri sensor PIR atau 90° terhadap posisi semula (posisi objek saat pengujian horizontal).

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat persentase tingkat keberhasilan sensor PIR mendeteksi adanya pergerakan dengan hasil sebagai berikut:

- a. Pada posisi horizontal sensor PIR dapat mendeteksi objek pada jangkauan sudut dari 45° sampai 135°. Sesuai dengan Persamaan 1 dimana X_1 adalah sudut maksimum dan X_2 adalah sudut minimum maka didapatkan lebar sudut horisontal (nilai Y) optimumnya adalah 90°.

$$Y = X_1 - X_2 \quad (1)$$

- b. Untuk posisi vertikal sensor PIR dapat mendeteksi objek pada dari sudut 60° sampai 120°. Berdasarkan Persamaan 1 maka didapatkan lebar sudut vertikal optimumnya adalah 60°.

Tabel 2. Pengujian Sudut Jangkauan Sensor PIR

Sudut posisi objek	Hasil Percobaan	
	Posisi Horizontal	Posisi Vertikal
30°	Tidak Terdeteksi	Tidak terdeteksi
45°	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
60°	Terdeteksi	Terdeteksi
75°	Terdeteksi	Terdeteksi
90°	Terdeteksi	Terdeteksi
105°	Terdeteksi	Terdeteksi
120°	Terdeteksi	Terdeteksi
135°	Terdeteksi	Tidak terdeteksi
150°	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi

Pada Tabel 2 di atas menunjukkan bahwa pengujian pendeteksian objek dimana objek terdeteksi tidak selalu sama pada ujung sudutnya. Hal ini menunjukkan bahwa pada dasarnya pola pembacaan objek oleh sensor PIR (Polarisasi PIR) tidak berbentuk lingkaran, melainkan berbentuk elips.

3.3 Sensitivitas Sensor PIR Terhadap Suhu Ruangan dan Objek yang Melintas

Pengujian sensitivitas sensor PIR terhadap suhu ruangan dilakukan dengan cara sensor PIR diletakkan pada suatu ruangan ber-AC dan suhu diatur sesuai keinginan sebesar 18°-30° C, Kemudian suhu ruangan diukur menggunakan termometer analog yang menunjukkan angka yang diinginkan. Kemudian objek (manusia) dengan suhu tubuh normal 36° - 37°C melintasi sensor PIR pada jarak 3-4 meter.

Dengan melakukan pengujian ini hasil akhir yang didapatkan seperti pada Tabel 3 yaitu persentase keberhasilan sensor PIR mendeteksi gerakan pada suhu ruangan yang berbeda-beda mulai dari 18°-30° C.

Tabel 3. Pengujian Sensor PIR terhadap Suhu Ruangan

Suhu Ruangan (° Celcius)	Hasil Pengujian
18	Terdeteksi
19	Terdeteksi
20	Terdeteksi
21	Terdeteksi
22	Terdeteksi
23	Terdeteksi
24	Terdeteksi
25	Terdeteksi
26	Terdeteksi
27	Terdeteksi
28	Terdeteksi
29	Terdeteksi
30	Terdeteksi

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa pada percobaan di atas suhu ruangan sebesar 18°-30° C tidak berpengaruh signifikan terhadap keberhasilan sensor PIR mendeteksi adanya suatu pergerakan dari objek (manusia).

3.4 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan mulai dari sensor PIR mendeteksi gerakan manusia, kamera merekam foto atau video, Raspberry Pi berkomunikasi dengan bot Telegram *Messenger* untuk mengirim pesan, Telegram *Messenger* menerima pesan, pengguna request foto atau video sampai foto dan video diterima pengguna. Kondisi pengujian dilakukan dengan jarak obyek 4 meter (jarak 4 meter merupakan jarak yang masih dapat dibaca oleh sensor PIR karena masih di bawah 6 meter, artinya pada jarak 1,2,3,4,5, dan 6 meter objek masih dapat dideteksi dengan baik), dengan suhu ruangan berkisar antara 24° sampai 27° C. Untuk video ditentukan dalam durasi 5 menit dengan ukuran 1 Mb. Pengujian dilakukan sebanyak 15 kali seperti pada Tabel 4. Pada Gambar 10 terlihat tampilan instruksi ketika sensor mendeteksi obyek dan mengirim foto serta instruksi untuk pengguna.



Gambar 10. Tampilan pada Telegram *Messenger*

Dari hasil Tabel 4 dapat disimpulkan bahwa tingkat persentase keberhasilan seluruh sistem mencapai 100%. Hal ini terlihat karena ketika obyek berada di dalam jangkauan sensor maka sensor dan kamera menjadi aktif, pesan langsung terkirim ke pengguna. Pengguna Telegram *Messenger* juga mampu melakukan *request* foto atau video. Pada tahap akhir foto dan video yang diminta berhasil dikirim dan sampai kepada *user*.

Tabel 4. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

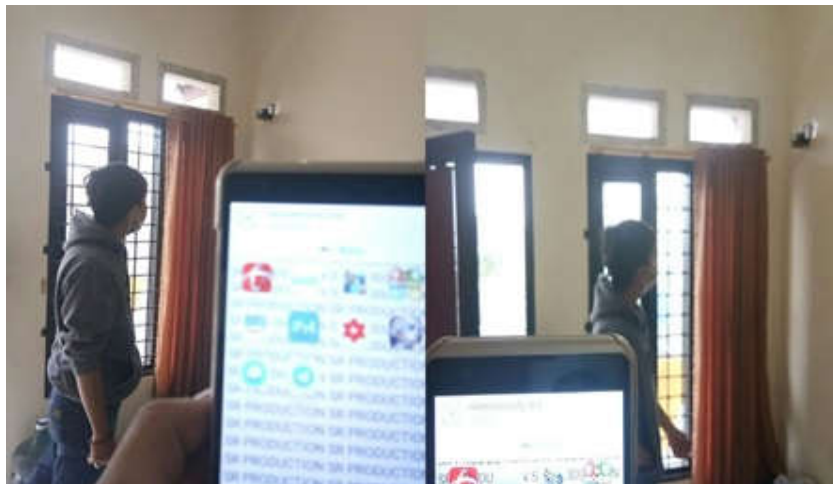
Pengujian Ke	Posisi Obyek Sudut Horizontal	Kondisi Sensor PIR	Kondisi Kamera	Pesan diterima oleh Bot Telegram Messenger	Request Foto	Request Video	Foto Diterima	Video Diterima
1	10°	Tidak Terdeteksi	standby	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
2	15°	Tidak Terdeteksi	standby	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
3	20°	Tidak Terdeteksi	standby	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
4	30°	Tidak Terdeteksi	standby	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
5	45°	Terdeteksi	Aktif	Ya	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
6	60°	Terdeteksi	Aktif	Ya	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
7	75°	Terdeteksi	Aktif	Ya	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
8	90°	Terdeteksi	Aktif	Ya	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
9	105°	Terdeteksi	Aktif	Ya	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
10	120°	Terdeteksi	Aktif	Ya	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
11	135°	Terdeteksi	Aktif	Ya	Berhasil	Berhasil	Berhasil	Berhasil
12	150°	Tidak terdeteksi	standby	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
13	160°	Tidak terdeteksi	standby	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
14	170°	Tidak terdeteksi	standby	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak
15	180°	Tidak terdeteksi	standby	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak	Tidak

3.5 Pengukuran *Delay*

Delay yang diukur adalah *delay* keseluruhan sistem, dalam hal ini *delay* diukur mulai sensor PIR mendeteksi gerakan manusia sampai pengguna menerima foto atau video yang diminta. Seperti ditunjukkan pada pengujian Gambar 11 perangkat dipasang di dekat pintu masuk kemudian seseorang mencoba masuk melewati pintu. Tampak bot Telegram *Messenger* langsung mengirimkan pesan ke pengguna. Metode pengukuran *delay* menggunakan *stopwatch*. Pengukuran dilakukan sebanyak 10 kali. Sebagai aplikasi *Internet of Things* tentunya faktor internet menjadi faktor utama yang berpengaruh terhadap komponen *delay* yang diukur. Pengujian dilakukan pada dua jaringan yang berbeda yaitu jaringan *Fiber to The Home* (FTTH) *Indiehome* dan jaringan 4G milik PT. Telkomsel. Pengukuran menggunakan layanan yang ada pada web "speedtest.net".

Seperti pada Tabel 5 ada 3 komponen yang diukur antara lain:

1. Waktu yang dibutuhkan ketika sensor PIR mulai mendeteksi obyek dan mengirimkan pesan ke pengguna melalui aplikasi Telegram *Messenger*.
2. Waktu ketika pengguna mulai *request* mengirim foto sampai foto diterima oleh pengguna. Foto menggunakan format JPEG 640pX480p dengan ukuran 60 Kb.
3. Waktu ketika pengguna mulai memilih untuk meminta mengirim video sampai video diterima oleh pengguna. Video menggunakan format MPEG dengan codec H264 dengan resolusi 720p. Durasi video yang digunakan adalah 5 detik dengan ukuran video sebesar 1 Mb.



Gambar 11. Pengujian Sistem



(a)



(b)

Gambar 12. Hasil Pengukuran Kecepatan *Download* dan *Upload* Data untuk (a) Jaringan FTTH Indehome Telkom, (b) Jaringan 4G Telkomsel

Dari hasil pengukuran kecepatan data menggunakan speedtest.net untuk jaringan FTTH milik PT. Telkom dan jaringan 4G milik PT. Telkomsel maka seperti pada Gambar 12, untuk jaringan FTTH Indehome kecepatan *download* mencapai 14.51 Mbps dan kecepatan *upload* 1.71 Mbps,

sedangkan untuk jaringan 4G Telkomsel kecepatan *download* mencapai 29.64 Mbps dan *upload* mencapai 4.71 Mbps. Penggunaan protokol ICPM untuk ping tes pada jaringan FTTH Indiehome dan 4G Telkomsel berturut-turut menghasilkan waktu respon sebesar 2 ms dan 24ms.

Tabel 5. Perbandingan Pengukuran Delay Pesan Foto dan Video

Percobaan	Jaringan FTTH Indiehome			Jaringan 4G Telkomsel		
	Waktu kirim message (detik)	Waktu kirim foto (detik)	Waktu kirim video (detik)	Waktu kirim message (detik)	Waktu kirim Foto (detik)	Waktu kirim video (detik)
1	4.6	5.4	15	5.8	6	16.4
2	5	4.5	15.5	4.8	6.3	16
3	5.2	5.2	15.4	6.1	6.4	14.5
4	5.1	6.5	14.8	5.7	6.2	16.8
5	4.2	6.6	14.1	4.9	6.2	16.1
6	5	6.2	14.4	4.7	6.5	16.5
7	4.1	5.5	15.7	4.8	6.4	15.6
8	4.9	6	14.4	5	6.2	16.5
9	5	5.7	15.1	4.7	6.3	15.7
10	4.2	5.7	14.2	5.2	6.5	16
Rata-rata	4.73	5.73	14.86	5.17	6.3	16.01

Dari pengujian rata rata waktu pengiriman maka didapatkan hasil sesuai Tabel 5. Hasil pengukuran *delay* Untuk jaringan FTTH Indiehome dan 4G Telkomsel berturut-turut: waktu rata-rata pengiriman pesan deteksi obyek sebesar 4.73 detik dan 5.17 detik. Untuk *request* foto sampai diterima membutuhkan waktu rata-rata 5.73 detik dan 6.3 detik. Dan untuk *request* video sampai diterima membutuhkan waktu rata-rata 14.86 detik dan 16.01 detik. Dari hasil pengujian tampak bahwa *delay* pada jaringan FTTH Indiehome lebih kecil dibandingkan *delay* pada jaringan 4G Telkomsel.

4. KESIMPULAN

Dari hasil pengujian serta analisis yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Jarak maksimal sensor PIR dapat mendeteksi adanya suatu pergerakan obyek adalah 6 meter. Artinya pada jarak yang lebih dari 6 meter objek yang dideteksi akan gagal terdeteksi.
2. Sudut sensitivitas sensor PIR dapat bekerja ketika posisi sensor arah horizontal sebesar 90° sampai dengan 135° dan posisi arah vertikal sebesar 60° sampai dengan 120° . Dengan kata lain di luar sudut ini, sekalipun ada yang masuk tetap tidak akan terdeteksi.
3. Suhu ruangan yang lebih rendah dari suhu tubuh manusia tidak berpengaruh signifikan terhadap sensitivitas sensor PIR.
4. Seluruh sistem terbukti dapat berjalan dengan baik dalam mendeteksi, merekam dan mengirimkan hasilnya sampai di pengguna.
5. Dari hasil pengujian dan informasi spesifikasi koneksi internet yang disarankan untuk implementasi sistem ini, berdasarkan *delay* yang didapatkan maka digunakan jaringan

internet FTTH Indihome PT. Telkom dengan spesifikasi minimal *bandwidth* 10 Mbps. Hal ini karena didapatkan *delay* hasil pengiriman pesan deteksi obyek sebesar 4.73 detik. Untuk *request* foto sampai diterima membutuhkan waktu 5.73 detik. Dan untuk *request* video sampai diterima membutuhkan waktu 14.86 detik.

DAFTAR RUJUKAN

- Abidin, Z. (2014). Sistem Keamanan Dan Monitoring Rumah Pintar Secara *Online* Menggunakan Perangkat Mobile. *Jurnal Teknik Komputer Universitas Komputer Indonesia*, 3(2), 13–17. Retrieved from <http://komputika.tk.unikom.ac.id/jurnal/sistem-keamanan-dan.13>
- Alfirman. (2012). Penggunaan *Port* Parallel Komputer Dan Sensor Untuk Sistem Keamanan Rumah. *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan*, 5(2), 91–101.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Statistik Kriminal 2016*. Jakarta. Retrieved from https://bps.go.id/website/pdf_publikasi/Statistik-Kriminal-2016.pdf
- Elecfreaks. (2015). PIR Motion Sensor Module. Retrieved from http://www.elecfreaks.com/wiki/index.php?title=PIR_Motion_Sensor_Module:DYP-ME003
- Kashimoto, Y., Fujiwara, M., Fujimoto, M., Suwa, H., Arakawa, Y., & Yasumoto, K. (2017). ALPAS: Analog-PIR-sensor-based activity recognition system in smarthome. *Proceedings - International Conference on Advanced Information Networking and Applications, AINA*, (i), 880–885. <https://doi.org/10.1109/AINA.2017.33>
- Mekonnen, T., Harjula, E., Koskela, T., & Ylianttila, M. (2017). SleepyCAM: Power management mechanism for wireless video-surveillance cameras. In *2017 IEEE International Conference on Communications Workshops, ICC Workshops 2017* (pp. 91–96). <https://doi.org/10.1109/ICCW.2017.7962639>
- Nataliana, D., Anwari, S., & Akbar, M. S. (2017). Implementasi Prototype Sistem Home Security dengan Pemanfaatan Kode Akses berbasis Arduino Mega. *Jurnal ELKOMIKA / Vol. 5 / No. 2 / Halaman 119 - 137 Juli - Desember 2017*, 5(2), 119–137.
- Raspberry Pi Foundation. (2012). Raspberry Pi - Teach, Learn, and Make with Raspberry Pi. Retrieved from <https://www.raspberrypi.org/>
- Sutikno, T., Handayani, L., Stiawan, D., Riyadi, M. A., & Subroto, I. M. I. (2016). WhatsApp, viber and telegram: Which is the best for instant messaging? *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 6(3), 909–914. <https://doi.org/10.11591/ijece.v6i3.10271>
- Zain, R. H. (2013). Sistem Keamanan Ruang Menggunakan Sensor Passive Infra Red (PIR) Dilengkapi Kontrol Penerangan Pada Ruang Berbasis ATmega8535 Dan Real Time Clock DS1307. *Jurnal Teknologi Informasi & Pendidikan*, 6(1), 45–54. Retrieved from <http://jurnal-tip.net/?modul=jurnal&id=115>