
SENSOR MULTI-MODAL UNTUK DETEKSI GERAK OBJEK PADA SISTEM KEAMANAN RUMAH BERBASIS KOMUNIKASI NODE ROBOT OPERATING SYSTEM

MULTI-MODAL SENSOR FOR OBJECT MOTION DETECTION ON HOME SECURITY SYSTEM BASED ON ROBOT OPERATING SYSTEM NODES COMMUNICATION

I Wayan Suparno¹, Abdul Jalil²

¹Teknik Informatika, STMIK Handayani Makassar

²Sistem Komputer, STMIK Handayani Makassar

iwayansuparno@gmail.com, abdul.jalil@handayani.ac.id

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah membangun sebuah modul sensor multi-modal yang dapat digunakan untuk mendeteksi gerak objek pada sistem keamanan rumah dengan memanfaatkan layanan sistem komunikasi antar node Robot Operating System (ROS). ROS merupakan framework atau middleware perangkat lunak robot yang dapat digunakan untuk mengintegrasikan beberapa modul sensor sehingga menjadi sebuah perangkat sensor multi-modal. Pada penelitian ini kami mengintegrasikan tiga buah sensor deteksi gerak objek yaitu sensor Passive Infrared Receiver (PIR), sensor jarak ultrasonic (PING), dan sensor Infrared (IR). Metode yang digunakan untuk mengintegrasikan sensor-sensor tersebut adalah dengan memanfaatkan sistem komunikasi antar node ROS menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi, dimana fungsi Arduino adalah sebagai perangkat keras level bawah yang digunakan untuk membaca data sensor sedangkan Raspberry Pi berfungsi sebagai pusat pengolahan data sensor. Hasil dari penelitian ini adalah integrasi sensor deteksi gerak objek menjadi sebuah perangkat sensor multi-modal yang dapat digunakan untuk mendeteksi gerak objek secara kompleks, dimana kelebihan-kelebihan yang ada pada sensor PIR, sensor PING, dan sensor IR dipadukan menjadi satu kesatuan sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi gerak objek pada sistem keamanan rumah.

Kata kunci : Sensor Multi-Modal, Gerak Objek, Keamanan Rumah, ROS

Abstract

This study aims to build a multi-modal sensor module that can be used to detect the object motion for home security systems by utilization of Robot Operating System (ROS) nodes communication. ROS is a framework or middleware for robotics that can be used to integrate the multiple sensor modules becomes to a multi-modal sensor device. In this study, we integrated three object motion detection sensors that are Passive Infrared Receiver (PIR) sensor, ultrasonic distance (PING) sensor, and Infrared (IR) sensor. The method used to integrate these sensors is by utilization of ROS nodes communication using Arduino Uno and Raspberry Pi, where the Arduino Uno function is a lower-level hardware device that used to read the sensors data while the Raspberry Pi functions as a central device to execute all of the sensors data. This study result is the integration of object motion detection sensors becomes a multi-modal sensor device that can be used to detect the object motion by complexity, where the advantages of PIR sensor, PING sensor, and IR sensor are combined into one device so that can be used to detect the object motion for the home security system.

Keywords: Multi-modal sensor, Object motion, Home security, ROS

1. PENDAHULUAN

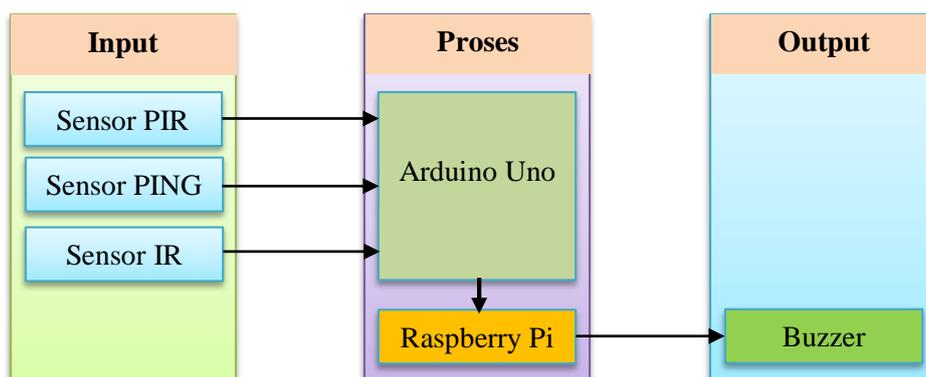
Sensor merupakan sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur suatu keadaan di sekitar atau lingkungan dari energi tertentu menjadi energi listrik. Pemanfaatan sensor sebagai perangkat input telah banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari, seperti untuk keperluan peralatan rumah tangga, sistem kontrol, robotika, Internet of Things, industri, dan sistem keamanan rumah. Perkembangan teknologi sensor dan instrumentasi di era revolusi industri 4.0 telah mendorong para peneliti untuk mengembangkan sistem integrasi antar sensor menjadi sebuah modul sensor baru atau biasa disebut sebagai sensor multi-modal. Sensor multi-modal adalah sebuah perangkat atau modul yang terdiri dari beberapa sensor yang saling terintegrasi menjadi satu-kesatuan sehingga menjadi sebuah perangkat modul sensor baru.

Perancangan sensor multi-modal sebagai perangkat modul baru pada sistem sensor yang saling terintegrasi telah banyak dikembangkan oleh beberapa peneliti, diantaranya Carlos Diaz dan Shahram Payandeh telah merancang sebuah interface sensor multimodal untuk interaksi haptic [1], peneliti telah menggunakan kamera Kinect 3D, kamera IR, dan *retroreflective glove* untuk mendeteksi interaksi haptic pada manusia. Penelitian multimodal sensor pada data fusion untuk merekam aktifitas manusia menggunakan *filtered classifier* telah dilakukan oleh M.A. Razzaq, et.al. [2], pada penelitian tersebut peneliti menggunakan *smart watch*, 15 BLE sensor, 30 *binary* sensor dan *floor* sensor sebagai multimodal sensor. Li, et.al telah mengembangkan multi-modal sensor data fusion menggunakan metode fuzzy processing yang dikombinasikan dengan dynamic multi-modal sensor untuk merealisasikan protocol internet industri [3]. *Active multimodal sensor system* untuk *target recognition* dan *tracking* telah dikembangkan oleh Yufu Qu, et.al. [4], peneliti telah menggunakan *visible* sensor, infrared sensor, dan hyperspectral sensor untuk membangun sensor multimodal dalam melakukan *tracking* system.

Pada penelitian ini kami akan mengembangkan sebuah sensor multi-modal yang dapat digunakan untuk mendeteksi gerak objek, dimana sensor multi-modal tersebut akan diaplikasikan pada sistem keamanan rumah. Terdapat tiga buah sensor deteksi objek yang kami integrasikan pada penelitian ini sehingga menjadi sebuah sensor multi-modal yaitu sensor Passive Infrared Receiver (PIR), sensor jarak ultrasonic (PING), dan sensor Infrared (IR). Sensor PIR merupakan jenis sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi pergerakan manusia hingga jarak 5 meter [5][6], namun kelemahan yang ada pada sensor ini adalah tidak dapat mendeteksi pergerakan objek lain seperti hewan dan benda padat. Sensor PING adalah sensor yang dapat digunakan untuk mendeteksi jarak objek antara 3 cm sampai 300 cm [7] dengan menggunakan teknik pantulan suara ultrasonic, namun kelemahan yang ada dari sensor ini adalah tidak dapat mendeteksi gerak objek pada jarak kurang dari 3 cm dan sangat bergantung pada permukaan benda serta sudut pantul benda pada saat sensor ingin mendeteksi jarak benda. Sensor IR merupakan sensor yang dapat mendeteksi pergerakan suatu benda berdasarkan pantulan cahaya infrared yang dikirim dari transmitter IR ke receiver IR, sensor IR dapat mendeteksi pergerakan benda dari jarak 0,1 cm hingga 56 cm [8]. Pada penelitian ini kami akan mengintegrasikan ketiga sensor tersebut menjadi sebuah sensor multi-modal yang dapat mendeteksi gerak objek dengan memanfaatkan layanan sistem komunikasi antar node Robot Operating System (ROS). Setiap node tersebut akan saling terhubung dan berkomunikasi menggunakan topic, dimana setiap layanan node akan mengendalikan dan memproses data setiap sensor. Dalam perangkat sensor multi-modal yang kami bangun, kami akan menggabungkan kelebihan yang ada pada sensor PIR, sensor PING dan sensor IR sehingga dapat mendeteksi pergerakan objek dan dapat diaplikasikan pada sistem keamanan rumah.

2. MATERIAL DAN METODOLOGI

Sensor multi-modal yang diterapkan pada penelitian ini telah dibangun dari tiga bagian inti yaitu input, proses, dan output. Input dari sistem ini adalah tiga buah sensor yang dapat mendeteksi gerak objek yaitu sensor PIR, sensor PING, dan sensor IR. Data input dari setiap sensor tersebut akan dibaca oleh Arduino Uno kemudian diproses menggunakan Raspberry Pi, Arduino Uno dan Raspberry Pi dapat saling terhubung menggunakan layanan komunikasi serial USB serta memanfaatkan layanan Rosserial library ROS untuk mengirim data sensor dari Arduino Uno ke Raspberry Pi. Output dari sistem ini adalah bunyi buzzer yang dapat aktif ketika sensor multi-modal yang dibangun mendeteksi pergerakan objek seperti manusia, hewan, dan benda padat lainnya. Berikut adalah gambar arsitektur sistem yang dibangun pada penelitian ini.



Gambar 1. Arsitektur sistem

Fungsi sensor PIR pada sensor multi-modal yang dibangun adalah untuk mendeteksi pergerakan manusia, dimana sensor ini dapat mendeteksi pergerakan manusia secara efektif dengan jarak hingga 5 meter [5][6]. Adapun jenis sensor PIR yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis HC-SR501 PIR motion sensor, berikut adalah gambar sensor PIR HC-SR501.



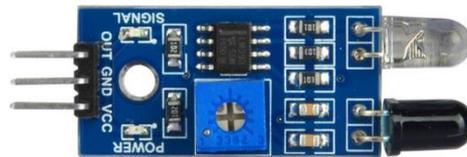
Gambar 2. Sensor PIR HC-SR501

Selanjutnya sensor yang digunakan untuk mendeteksi objek pada sensor multi-modal yang dibangun adalah sensor PING jenis HC-SR04, sensor ini dapat mendeteksi objek dan mengukur jarak objek dengan sensor berdasarkan pantulan sinyal suara ultrasonic yang dipancarkan dari transmitter ke receiver. Sensor ini dapat mendeteksi jarak benda antara 3 cm hingga 300 cm, dimana jenis benda yang dapat di deteksi sangat bergantung dari sudut suara yang dipantulkan oleh benda serta jenis objek yang dideteksi. Berikut adalah gambar sensor PING HC-SR04.



Gambar 3. Sensor PING HC-SR04

Selain itu, sensor yang digunakan untuk mendeteksi gerak objek pada sensor multi-modal ini adalah sensor IR. Sensor IR merupakan jenis sensor yang dapat mendeteksi pergerakan suatu benda berdasarkan sinyal pantulan cahaya infrared yang dikirim dari transmitter ke receiver, dimana jarak benda yang bisa dideteksi adalah dari 0,1 cm hingga 56 cm [8]. Adapun jenis sensor IR yang digunakan pada penelitian ini adalah sensor IR obstacle avoidance. Berikut adalah gambar sensor IR obstacle avoidance.



Gambar 4. Sensor IR obstacle avoidance

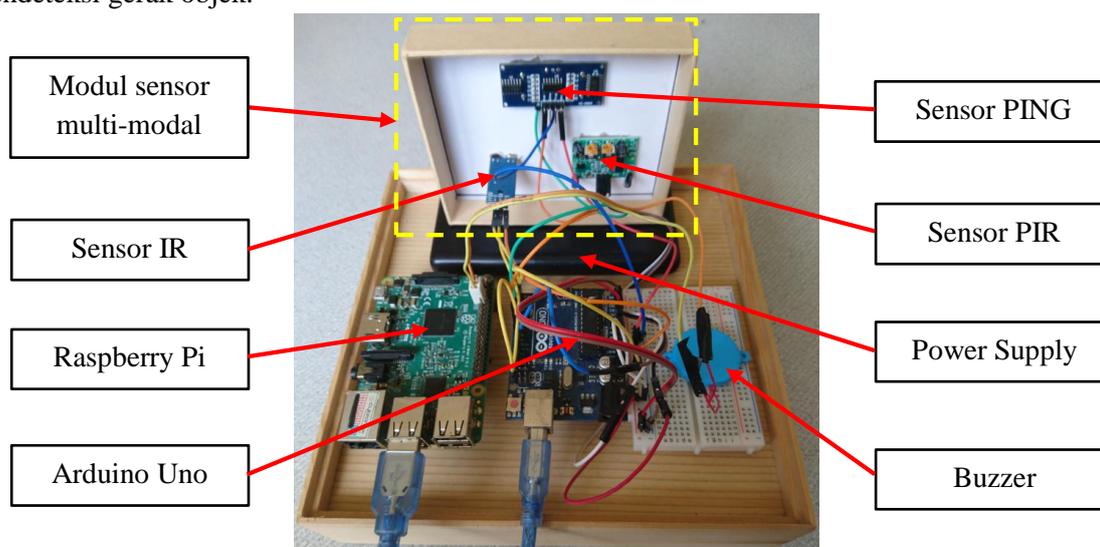
Media proses yang digunakan untuk membaca data input sensor dan memproses data sensor pada penelitian ini adalah Arduino Uno dan Raspberry Pi. Fungsi Arduino Uno adalah sebagai perangkat keras kontrol level bawah yang digunakan untuk membaca data input sensor PIR, sensor PING, dan sensor IR, selanjutnya hasil pembacaan data sensor yang diterima oleh Arduino Uno kemudian dikirim ke Raspberry Pi secara serial melalui komunikasi USB menggunakan layanan Rosserial library. Raspberry Pi merupakan sebuah mikrokomputer yang dapat digunakan untuk mengoperasikan Robot Operating System (ROS) diatas sistem operasi Linux Ubuntu [9], adapun jenis Raspberry Pi yang digunakan pada penelitian ini adalah Raspberry Pi 3 B+ yang memiliki 26 GPIO pin yang dapat digunakan untuk membaca input device dan mengontrol output.

Output dari perangkat sensor multi-modal yang dibangun adalah berupa bunyi buzzer yang dapat aktif ketika sensor multi-modal mendeteksi pergerakan objek seperti manusia, hewan, dan benda. Buzzer tersebut terhubung ke pin GPIO Raspberry Pi, dimana buzzer akan berbunyi ketika GPIO pin aktif *high* atau 1, dan buzzer akan berhenti berbunyi pada saat GPIO pin aktif *low* atau 0. GPIO pin Raspberry Pi dapat aktif *high* dan *low* berdasarkan perintah yang dikirim dari node buzzer yang di proses oleh ROS.

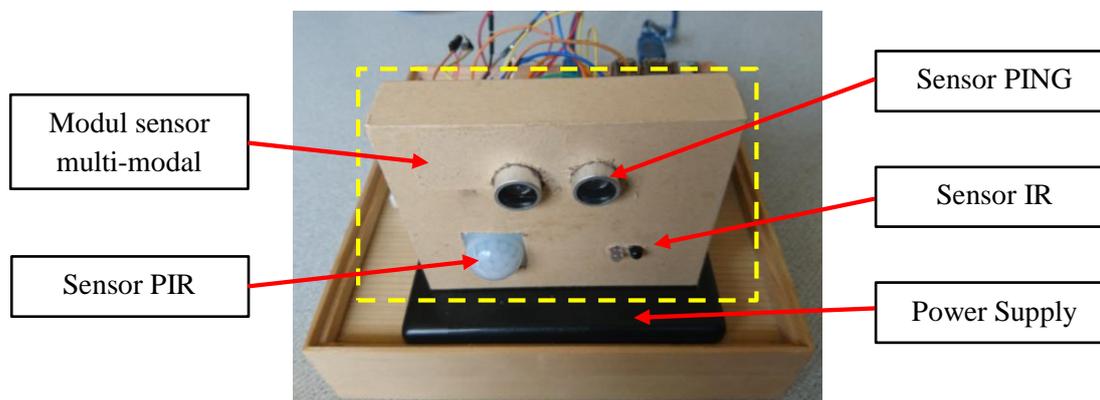
Robot Operating System (ROS) adalah meta-operating sistem robot bersifat open source yang merupakan framework atau middleware yang digunakan untuk membuat perangkat lunak robot [10][11]. ROS dibangun untuk dapat menghubungkan antara node publisher dan node subscriber [12], dimana fungsi node publisher adalah node yang digunakan untuk mengirim data message melalui topic sedangkan node subscriber adalah node yang digunakan untuk menerima data message yang dikirim dari node publisher. Node publisher dan node subscriber dapat saling terhubung dan bertukar data message melalui topic. Topic adalah nama jalur yang digunakan untuk mengirim data message dari node publisher ke node subscriber, dimana data message ROS dapat berupa data String, Integer, Float, dan Boolean. Penggunaan ROS sebagai perangkat lunak robot dapat dikembangkan untuk mengontrol perangkat keras elektronik dan deteksi gerak objek berbasis teknik pengolahan citra [13]. Pada penelitian ini, peneliti akan memanfaatkan ROS sebagai perangkat lunak kontrol yang dapat digunakan untuk menghubungkan data antar sensor deteksi objek menggunakan layanan komunikasi node ROS, dimana setiap sensor deteksi objek yang digunakan pada penelitian ini akan diproses oleh satu buah node, kemudian node-node tersebut akan mengirim data hasil proses ke node buzzer untuk menyalakan buzzer ketika sensor multi-modal mendeteksi pergerakan objek seperti manusia, hewan, dan benda. Adapun jenis distro ROS yang digunakan pada penelitian ini adalah ROS melodic meronia, distro ROS ini dapat berjalan diatas sistem operasi Linux Ubuntu 18.04 LTS dan dapat beroperasi pada perangkat keras level bawah seperti Arduino Uno dan perangkat keras level atas seperti Raspberry Pi.

3. PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah membangun sebuah sensor multi-modal yang dapat digunakan untuk mendeteksi gerak objek seperti manusia, hewan, dan benda yang dapat diaplikasikan untuk sistem keamanan rumah berbasis sistem komunikasi antar node Robot Operating System (ROS). Adapun sensor-sensor deteksi gerak objek yang diintegrasikan pada sensor multi-modal yang dibangun adalah sensor PIR, sensor PING, dan sensor IR. Kelebihan-kelebihan yang ada pada setiap sensor tersebut disatukan menjadi satu pada sensor multi-modal sehingga dapat mendeteksi gerak objek secara kompleks seperti deteksi gerak manusia, deteksi gerak hewan, dan benda. Berikut adalah gambar hasil perancangan perangkat keras sensor multi-modal yang dapat digunakan untuk mendeteksi gerak objek.



Gambar 5. Hasil perancangan sensor multi-modal deteksi gerak objek (tampak belakang)



Gambar 6. Hasil perancangan sensor multi-modal deteksi gerak objek (tampak depan)

Berdasarkan informasi gambar 5 dan gambar 6 dapat dilihat bahwa terdapat tiga buah sensor deteksi objek yang saling terintegrasi sehingga menjadi sebuah modul sensor multi-modal deteksi gerak objek yaitu sensor PIR, sensor PING, dan sensor IR. Setiap sensor-sensor tersebut memiliki kelebihan yaitu sensor PIR dapat mendeteksi gerak manusia dengan jarak hingga 5 meter, sensor PING dapat mendeteksi gerak hewan dan benda dari jarak 3 cm hingga 3 meter, dan sensor IR dapat mendeteksi gerak benda dari jarak 0,1 cm hingga 100 cm. Peneliti telah melakukan ujicoba sistem pada sensor multi-modal dalam mendeteksi gerak objek yaitu mendeteksi gerak manusia, hewan, dan benda. Berikut adalah hasil ujicoba dari perangkat modul sensor multi-modal deteksi objek.

Tabel 1 Hasil ujicoba sensor multi-modal deteksi gerak objek

Deteksi objek	Sensor	Jarak deteksi	Hasil	Buzzer
Manusia	PIR	1 cm	Deteksi	Bunyi
		50 cm	Deteksi	Bunyi
		1 meter	Deteksi	Bunyi
		3 meter	Deteksi	Bunyi
		5 meter	Deteksi	Bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
	PING	1 cm	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		50 cm	Deteksi	Bunyi
		1 meter	Deteksi	Bunyi
		3 meter	Deteksi	Bunyi
		5 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
	IR	1 cm	Deteksi	Bunyi
		50 cm	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		1 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		3 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		5 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
Hewan (Kucing)	PIR	1 cm	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		50 cm	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		1 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		3 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		5 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
	PING	1 cm	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		50 cm	Deteksi	Bunyi
		1 meter	Deteksi	Bunyi
		3 meter	Deteksi	Bunyi
		5 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
	IR	1 cm	Deteksi	Bunyi
		50 cm	Deteksi	Bunyi
		1 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		3 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		5 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
Benda (Kayu)	PIR	1 cm	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		50 cm	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		1 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		3 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		5 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
	PING	1 cm	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		50 cm	Deteksi	Bunyi
		1 meter	Deteksi	Bunyi
		3 meter	Deteksi	Bunyi
		5 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
	IR	1 cm	Deteksi	Bunyi
		50 cm	Deteksi	Bunyi
		1 meter	Deteksi	Bunyi
		3 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		5 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi
		6 meter	Tidak deteksi	Tidak bunyi

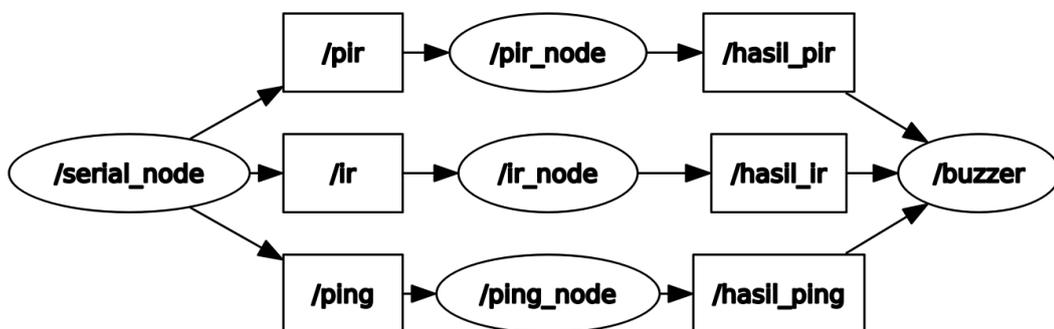
Hasil ujicoba sistem sensor multi-modal deteksi gerak objek yang ditampilkan pada tabel 1 dapat dilihat bahwa setiap sensor memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing, dimana sensor PIR hanya mampu mendeteksi pergerakan manusia dari jarak 1 cm hingga 5 meter namun tidak dapat mendeteksi gerak hewan dan benda, sensor PING dapat mendeteksi gerak manusia, hewan, dan benda dari jarak 50 cm hingga 3 meter, dan sensor IR dapat mendeteksi gerak manusia, hewan, dan benda dari jarak 1 cm hingga 1 meter. Kelebihan-kelebihan yang terdapat pada setiap sensor akan saling terintegrasi sehingga dapat digunakan untuk mendeteksi objek secara kompleks pada modul sensor multi-modal yang telah dibangun.

Dalam penerapan sistem sensor multi-modal deteksi gerak objek, terdapat perangkat lunak kontrol yang digunakan untuk membaca data sensor dan memprosesnya menggunakan node ROS. Terdapat beberapa node yang digunakan untuk menghubungkan input data sensor dari Arduino Uno dan node untuk memproses data sensor pada Raspberry Pi. Berikut adalah nama-nama node yang digunakan dan saling berkomunikasi untuk mengoperasikan sistem sensor multi-modal deteksi gerak objek.

Tabel 2 Komunikasi antar node ROS melalui topic

Sensor	Arduino		Raspberry Pi		
	Node	Topic	Node	Topic	Node
PIR	/serial_node	/pir	/pir_node	/hasil_pir	/buzzer
PING		/ping	/ping_node	/hasil_ping	
IR		/ir	/ir_node	/hasil_ir	

Berdasarkan informasi tabel 2 dapat dilihat bahwa data sensor PIR, sensor PING, dan sensor IR dapat dikirim dari Arduino Uno ke Raspberry Pi melalui node “/serial_node”, dimana node tersebut dapat aktif setelah paket library roserial_arduino telah terinstal pada package Arduino Uno dan ROS melodic meronia yang terdapat pada Raspberry Pi. Node “/serial_node” dapat mengirim data message sensor PIR ke node “/pir_node” melalui topic “/pir”, kemudian mengirim data message sensor PING dari node “/serial_node” ke node “/ping_node” melalui topic “/ping”, dan mengirim data message sensor IR dari node “/serial_node” ke node “/ir_node” melalui topic “/ir”. Selanjutnya, data sensor yang diterima oleh setiap node “/pir_node”, “/ping_node”, dan “/ir_node” akan di proses di Raspberry Pi, kemudian mengirim hasil proses data ke node “/buzzer” melalui topic “/hasil_pir” untuk sensor PIR, topic “/hasil_ping” untuk sensor PING, dan topic “/hasil_ir” untuk sensor IR. Berikut adalah gambar komunikasi data antar node ROS pada sensor multi-modal deteksi gerak objek yang telah dibangun pada penelitian ini.



Gambar 7. Komunikasi antar node ROS melalui topic pada sensor multi-modal

Pada sistem komunikasi antar node ROS terdapat data message yang dikirim dari node publisher ke node subscriber melalui topic. Data message tersebut dapat berupa data String, Float,

Integer, Boolean dan data lainnya. Berikut adalah jenis data message yang dikirim dari node publisher ke node subscriber pada sensor multi-modal deteksi gerak objek yang dibangun pada penelitian ini.

Tabel 3 Komunikasi data message antara node publisher dan node subscriber melalui topic

Sensor	Node Publisher	Topic (Data message)	Node Subscriber / Publisher	Topic (Data message)	Node Subscriber
PIR	/serial_node	/pir (std_msgs/String)	/pir_node	/hasil_pir (std_msgs/String)	/buzzer
PING		/ping (std_msgs/Int16)	/ping_node	/hasil_ping (std_msgs/String)	
IR		/ir (std_msgs/String)	/ir_node	/hasil_ir (std_msgs/String)	

Berdasarkan informasi dari tabel 3 dapat dilihat bahwa node “/serial_node” merupakan node publisher yang digunakan untuk mengirim data message sensor PIR, sensor PING, dan sensor IR dari Arduino Uno ke Raspberry Pi. Adapun data message sensor PIR yang dikirim dari node publisher “/serial_node” ke node subscriber “/pir_node” adalah data message String, kemudian data message sensor PING yang dikirim dari node publisher “/serial_node” ke node subscriber “/ping_node” adalah data message Integer, dan data message sensor IR yang dikirim dari node publisher “/serial_node” ke node subscriber “/ir_node” adalah data message String. Selanjutnya data message yang diterima oleh setiap node subscriber akan memproses data message sensor untuk mendeteksi adanya pergerakan objek, dimana node “/pir_node” berfungsi untuk memproses data sensor PIR, node “/ping_node” berfungsi untuk memproses data sensor PING, dan node “/ir_node” berfungsi untuk memproses data sensor IR. Hasil dari pengolahan data dari setiap sensor tersebut kemudian akan dikirim ke node subscriber “/buzzer”, yaitu node publisher “/pir_node” mengirim data message hasil pengolahan data sensor PIR dalam bentuk data message String ke node subscriber “/buzzer” melalui topic “/hasil_pir”, node publisher “/ping_node” mengirim data message hasil pengolahan data sensor PING dalam bentuk data message String ke node subscriber “/buzzer” melalui topic “/hasil_ping”, dan “”, node publisher “/ir_node” mengirim data message hasil pengolahan data sensor IR dalam bentuk data message String ke node subscriber “/buzzer” melalui topic “/hasil_ir”. Output dari sensor multi-modal yang dibangun adalah dalam bentuk bunyi buzzer, dimana node “/buzzer” merupakan node yang digunakan untuk mengontrol GPIO pin Raspberry Pi agar aktif *high* pada saat sensor multi-modal mendeteksi pergerakan objek dan aktif *low* pada saat sensor multi-modal tidak mendeteksi pergerakan objek.

4. KESIMPULAN

Pengembangan sensor multi-modal untuk mendeteksi gerak objek pada sistem keamanan rumah berbasis komunikasi antar node Robot Operating System (ROS) telah diaplikasikan pada penelitian ini. Terdapat tiga buah sensor deteksi gerak objek yang saling diintegrasikan sehingga menjadi sebuah modul sensor multi-modal yaitu sensor Passive Infrared Receiver (PIR), sensor jarak ultrasonic (PING), dan sensor Infrared (IR). Kelebihan yang ada pada setiap sensor-sensor tersebut kemudian dipadukan menjadi satu pada modul sensor multi-modal untuk dapat mendeteksi gerak objek secara kompleks seperti gerak manusia, hewan, dan benda. Pemanfaatan ROS sebagai perangkat lunak kontrol robotika dapat digunakan untuk mengintegrasikan sensor deteksi objek yaitu sensor PIR, sensor PING, dan sensor IR menggunakan sistem komunikasi antar node ROS. Arduino Uno sebagai perangkat keras level bawah telah digunakan untuk membaca input data dari sensor kemudian mengirim data-data sensor tersebut ke Raspberry Pi untuk diolah menggunakan layanan komunikasi node ROS. Hasil dari penelitian ini adalah sensor multi-modal yang dibangun dapat mendeteksi gerak objek manusia, hewan, dan benda dari jarak 1 cm hingga 5 meter, selanjutnya sistem akan membunyikan buzzer ketika mendeteksi pergerakan objek sehingga sensor multi-modal yang dibangun dapat diterapkan pada sistem keamanan rumah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami haturkan kepada KEMENRISTEK DIKTI, STMIK Handayani Makassar, dan segenap masyarakat atas dukungannya sehingga Penelitian Dosen Pemula (PDP) ini dapat kami selesaikan dan laksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. Diaz & S. Payandeh. 2017. *Multimodal Sensing Interface for Haptic Interaction*. Hindawi Journal of Sensors, hlm. 1-24. DOI: <https://doi.org/10.1155/2017/2072951>.
- [2] M.A. Razzaq, I. Cleland, C. Nugent, & S. Lee. 2018. *Multimodal Sensor Data Fusion for Activity Recognition Using Filtered Classifier*. Proceedings, hlm. 1-11. DOI:10.3390/proceedings2191262.
- [3] Q. Li, Y. Liu, S. Meng, H. Zhang, H. Shen, & H. Long. 2020. *A Dynamic Taint Tracking Optimized Fuzz Testing Method Based On Multi-Modal Sensor Data Fusion*. EURASIP Journal on Wireless Communication and Networking, hal. 1-21. DOI:<https://doi.org/10.1186/s13638-020-01734-0>.
- [4] Y. Qu, G. Zhang, Z. Zou, Z. Liu, & J. Mao. 2017. *Active Multimodal Sensor System for Target Recognition and Tracking*. Sensors, hal. 1-22. DOI: 10.3390/s17071518.
- [5] Desmira., Aribowo, D., Nugroho, WD., & Sutarti. 2020. *Penerapan Sensor Passive Infrared (PIR) pada pintu otomatis di PT LG Electronic Indonesia*. Jurnal PROSISKO, vol. 7, No. 1, hal. 1-7.
- [6] Toyib, R., Bustami, I., Abdullah, D., & Onsardi. 2019. *Penggunaan Sensor Passive Infrared Receiver (PIR) Untuk Mendeteksi Gerak Berbasis Short Message Service Gateway*. Jurnal Pseudocode, Vol. 6, No 2, hal. 114-124.
- [7] Parallax. 2006. *PING)))™ Ultrasonic Distance Sensor (#28015) V1.3*. California: Parallax, hlm. 1-13.
- [8] Pramana, R., & Nababan, R. 2019. *Perancangan Perangkat Penghitung Jumlah Penumpang Pada Kapal Komersial Menggunakan Mikrokontroler*. Jurnal Sustainable, Vol. 8, No. 01, hal. 18-29.
- [9] Jalil, A., & Matalangi, M. 2021. *Motion Detection of Objects in Home Security Systems Using Binary-Image Comparison Method Based on Robot Operating System 2 and Raspberry Pi*. ILKOM Jurnal Ilmiah, 13(1).
- [10] Quigley, M., Gerkey, B., Conley, K., Faust, J., Footey, T, Leibs, J., Berger, E., Wheeler, E, & Ng, AY. 2009. *ROS: an open-source Robot Operating System*. Computer Science Department, Stanford University, Stanford, CA. Willow Garage, Menlo Park, CA. Computer Science Department, University of Southern California.
- [11] Jalil, A. 2018. *Robot Operating System (ROS) dan Gazebo Sebagai Media Pembelajaran Robot Interaktif*. ILKOM Jurnal Ilmiah, Vol.10, No.3, hal. 284-289. doi:<https://doi.org/10.33096/ilkom.v10i3.365.284-289>.
- [12] J. M. O’Kane. 2013. *A Gentle Introduction to ROS*. Independently published, available at <http://www.cse.sc.edu/~jokane/agitr/>.
- [13] Matalangi, M., & Jalil, A. 2020. *Object Motion Detection Based On Image Processing Using Binary-Image Comparison Method*. Electro Luceat, Vol.6, No.1, hal 109-116. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v6i1.207>