
IMPLEMENTASI SENSOR MULTI-MODAL MENGGUNAKAN RASPBERRY PI DAN ROBOT OPERATING SYSTEM PADA SISTEM KEAMANAN RUMAH

IMPLEMENTATION OF MULTI-MODAL SENSOR USING RASPBERRY PI AND ROBOT OPERATING SYSTEM ON THE HOME SECURITY SYSTEM

I Wayan Suparno¹, Abdul Jalil²

¹Teknik Informatika, STMIK Handayani Makassar

²Sistem Komputer, STMIK Handayani Makassar

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

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk membangun Sensor Multi-Modal (SMM) yang dapat diimplementasikan pada sistem keamanan rumah menggunakan perangkat keras Raspberry Pi dan perangkat lunak Robot Operating System (ROS). SMM merupakan perpaduan dari beberapa jenis sensor menjadi satu kesatuan sehingga menjadi sebuah modul sensor baru. Adapun sensor-sensor yang dipadukan pada penelitian ini adalah sensor PIR, sensor PING, sensor DHT11, sensor IR, sensor Api, dan Kamera. Metode yang digunakan untuk menghubungkan seluruh sensor-sensor tersebut adalah berbasis komunikasi antar node ROS yang diproses menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi. ROS merupakan perangkat lunak kontrol robot yang dapat digunakan untuk mengontrol perangkat keras pada *embedded system*. Fungsi Arduino Uno pada penelitian ini adalah sebagai perangkat keras level bawah yang digunakan untuk membaca data sensor, kemudian data tersebut dikirim ke Raspberry Pi untuk diproses menggunakan perangkat lunak ROS. Hasil dari penelitian ini adalah penerapan SMM yang dapat digunakan untuk sistem keamanan rumah, dimana perangkat ini akan memberikan peringatan berupa bunyi alarm ketika SMM mendeteksi pergerakan objek serta ketika mendeteksi nyala api.

Kata kunci : Sensor Multi-Modal, Raspberry Pi, ROS, Keamanan Rumah

Abstract

The purpose of this study to build a Sensor Multi-Modal (SMM) can be used for home security system using Raspberry Pi hardware and Robot Operating System (ROS) software. SMM is the combination of several types of sensors into one unit to becomes a new module sensor. Sensors used in this study are PIR sensor, PING sensor, DHT11 sensor, IR sensor, fire sensor, and camera. The method used to connect the sensors are based on the communication of ROS nodes that processes using Arduino Uno and Raspberry Pi. ROS is a robot control software can be used to control the hardware and devices for embedded system. The Arduino Uno function in this study is low-level hardware used to read the sensors data, then sent the data to the Raspberry Pi to process the sensor data using ROS software. This study result is the implementation of SMM for home security system where this device can give a warning in the form of a buzzer when this SMM detect the object motion and fire.

Keywords: Multi-modal sensor, Raspberry Pi, ROS, Home security

1. PENDAHULUAN

Rumah merupakan kebutuhan pokok bagi masyarakat yang digunakan untuk tempat tinggal dan berindung dari bahaya yang dapat menyerang manusia, bahaya tersebut dapat berupa cuaca yang ekstrim, serangan dari binatang buas, perampokan, serta pencurian. Pemanfaatan sensor yang dapat diaplikasikan pada sistem keamanan rumah telah banyak diterapkan dimasyarakat, seperti sensor untuk mendeteksi gerak manusia, sensor untuk mendeteksi nyala api, sensor untuk mendeteksi gas, dan kamera untuk merekam segala aktivitas yang ada dirumah.

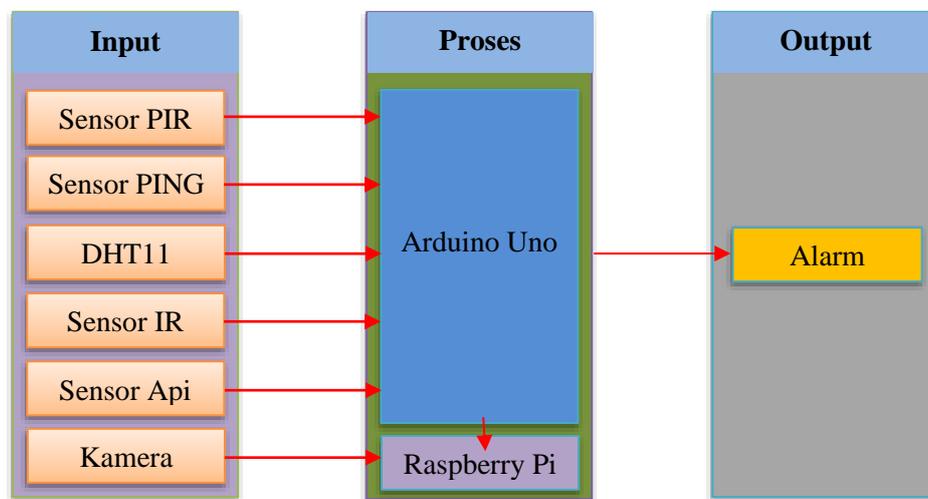
Penerapan sensor sebagai perangkat input pada sistem keamanan rumah telah menjadi perhatian penting oleh banyak peneliti, rancang bangun pada sistem keamanan rumah menggunakan sensor PIR (Passive Infrared) dan SMS telah diaplikasikan oleh H. Tempong buka [1], pada penelitian tersebut peneliti telah menggunakan sensor PIR untuk mendeteksi gerak manusia serta menggunakan fasilitas notifikasi SMS untuk memberikan informasi kepada pengguna pada saat sistem mendeteksi gerak manusia. Penerapan sistem keamanan rumah berbasis internet of things telah diterapkan oleh M.S Sungkar [2], pada sistem keamanan rumah tersebut peneliti menggunakan sensor IR untuk mendeteksi gerak objek dan dapat di monitor secara online berbasis internet of things. Peneliti D. Setiawan telah meneliti tentang perancangan sistem pengontrolan keamanan rumah dengan CCTV menggunakan Arduino berbasis telegram [3], pada penelitian tersebut peneliti telah memanfaatkan kamera sebagai media input pada sistem keamanan rumah yang dikontrol menggunakan NodeMCU ESP8266.

Pada penelitian ini, peneliti akan memadukan beberapa jenis sensor dalam satu kesatuan modul sehingga menjadi sebuah Sensor Multi-Modal (SMM) yang dapat diterapkan pada sistem keamanan rumah. Pemanfaatan multisensor pada sistem keamanan rumah telah diterapkan oleh beberapa peneliti, rancang bangun sistem keamanan rumah berbasis Arduino mega 2560 telah diterapkan oleh AD. Ramadhan [4], pada penelitian tersebut para peneliti telah menggunakan sensor magnetic dan sensor PIR sebagai media input pada multisensor dan menggunakan SMS sebagai peringatan ketika sistem mendeteksi gerak manusia. Prototipe sistem keamanan rumah menggunakan kombinasi sensor dan sms gateway telah dikembangkan oleh FP. Juniawan [5], peneliti tersebut telah memanfaatkan kombinasi sensor PIR dan magnetic switch sebagai input multisensor pada sistem keamanan rumah. Selain itu, FP. Juniawan juga telah menerapkan prototipe mikrokontroler multisensor menggunakan Arduino uno berbasis web sebagai sistem keamanan rumah [6], pada penelitian tersebut peneliti telah menggunakan sensor PIR, sensor gas MQ9, sensor LM35, sensor magnetic, dan sensor api sebagai media input multisensor kemudian menggunakan Arduino Uno sebagai media proses dan informasi website sebagai outputnya.

SMM yang dibangun pada penelitian ini akan menggabungkan beberapa jenis sensor yaitu sensor PIR, sensor PING, sensor DHT11, sensor IR, sensor Api, dan Kamera. Penelitian ini merupakan pengembangan dari SMM yang telah dibangun oleh peneliti untuk mendeteksi objek pada sistem kemanan rumah [7], dimana pengembangan yang dilakukan adalah dengan menambahkan sensor DHT11, sensor api, dan kamera sebagai tambahan media input pada SMM. Penggabungan fungsi setiap sensor yang ada pada SMM akan menjadikan perangkat ini lebih handal karena memadukan kelebihan-kelebihan yang ada dari setiap sensor sehingga dapat diterapkan pada sistem keamanan rumah. Adapun perangkat keras yang digunakan untuk menggabungkan seluruh sensor-sensor tersebut adalah menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi, selanjutnya menggunakan perangkat lunak Robot Operating System (ROS) untuk menghubungkan seluruh sensor tersebut berbasis sistem komunikasi antar node ROS. Adapun output dari perangkat SMM yang dibangun ini adalah berupa bunyi alarm yang akan memberikan peringatan ketika SMM mendeteksi pergerakan objek, seperti gerak hewan, gerak benda, dan gerak manusia, serta mendeteksi nyala api.

2. MATERIAL DAN METODOLOGI

Pada SMM yang dibangun ini terdiri dari tiga bagian media, yaitu media input, media proses, dan media output. Input pada sistem ini terdiri dari sensor PIR, sensor PING, sensor DHT11, sensor IR, sensor Api, dan Kamera. Sensor-sensor tersebut akan terhubung ke Arduino Uno sebagai media proses level bawah yang digunakan untuk membaca data sensor, kemudian mengirim data-data sensor tersebut ke Raspberry P untuk diproses menggunakan layanan komunikasi data serial dan perangkat lunak library Roserial. Adapun kamera yang digunakan pada penelitian ini terhubung langsung ke port USB Raspberry Pi, kemudian data input kamera akan diolah di Raspberry Pi menggunakan teknik pengolahan citra. Output dari sistem yang dibangun ini adalah berupa bunyi alarm yang akan memberikan peringatan kepada pengguna ketika SMM yang dibangun mendeteksi pergerakan objek dan nyala api. Berikut adalah gambar arsitektur SMM yang akan diterapkan pada penelitian ini.



Gambar 1. Arsitektur sistem sensor multi-modal

Pada SMM yang dibangun ini, setiap sensor yang digunakan memiliki fungsi dan kelebihan masing-masing, yaitu sensor PIR memiliki fungsi yaitu sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi gerak manusia dengan jarak deteksi hingga 5 meter [8], adapun jenis sensor PIR yang diaplikasikan pada penelitian ini adalah sensor PIR HC-SR501. Fungsi sensor PING pada SMM ini adalah sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi gerak benda padat dari jarak 3cm hingga 300 cm [9], sensor ini bekerja dengan cara memantulkan suara ultrasonic yang dipancarkan dari transmitter ke receiver sensor, adapun jenis sensor PING yang digunakan pada SMM ini adalah sensor PING HC-SR04. Selanjutnya adalah sensor DHT11 memiliki fungsi untuk mendeteksi keadaan suhu dan kelembaban udara [10], sensor ini akan memberikan informasi perubahan suhu ke perangkat SMM ketika terjadi perubahan suhu yang drastis pada lingkungan rumah.

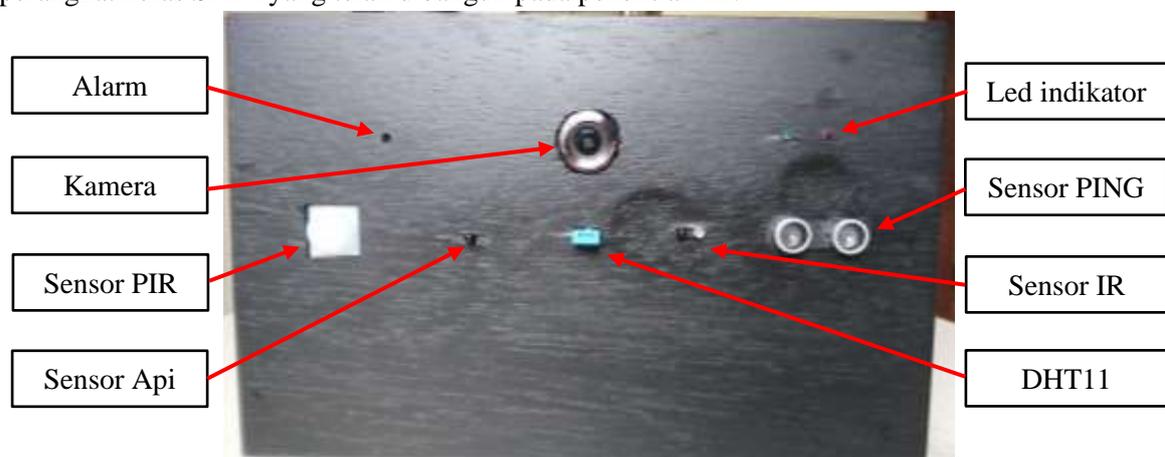
Fungsi sensor IR adalah sebagai sensor yang digunakan untuk mendeteksi gerak benda hingga jarak 56 cm [11], sensor ini bekerja dengan cara mendeteksi jarak suatu benda berdasarkan pantulan dari cahaya infra merah yang dikirim dari transmitter ke receiver. Sensor api yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis sensor flame detector, sensor ini menggunakan photodiode sebagai media yang digunakan untuk mendeteksi nyala api [12]. Kamera pada penelitian ini berfungsi untuk mendeteksi gerak objek berdasarkan gerak warna dan mendeteksi nyala api, adapun metode yang digunakan untuk mendeteksi gerak objek dan nyala api berbasis citra adalah menggunakan metode *binary image comparison* [13]. Gerak objek warna yang akan dideteksi menggunakan SMM ini adalah objek berwarna merah, kuning, hijau, dan warna biru, selain itu kamera ini juga akan digunakan untuk mendeteksi citra dari nyala api.

Pada media proses terdapat Arduino Uno dan Raspberry Pi yang digunakan untuk mengolah data sensor. Fungsi Arduino Uno pada SMM ini adalah sebagai perangkat keras control level bawah yang digunakan untuk membaca data input dari sensor PIR, sensor PING, sensor IR, sensor DHT11, dan sensor Api, sedangkan kamera terhubung langsung ke port USB Raspberry Pi. Adapun fungsi Raspberry Pi adalah sebagai perangkat keras level atas yang digunakan untuk mengolah seluruh data sensor berbasis sistem komunikasi data antar node ROS. Arduino Uno dan Raspberry Pi dapat saling bertukar data melalui sistem komunikasi data serial, dimana seluruh data sensor dari Arduino Uno dikirim ke Raspberry Pi melalui koneksi USB serta menggunakan layanan library Rosserial sebagai perangkat lunak pendukungnya. Pada media output terdapat alarm yang akan berbunyi ketika SMM mendeteksi gerak objek yaitu berupa gerak benda, gerak hewan, dan gerak manusia. Alarm tersebut akan aktif ketika GPIO pin Raspberry Pi mengirim sinyal on ke Alarm.

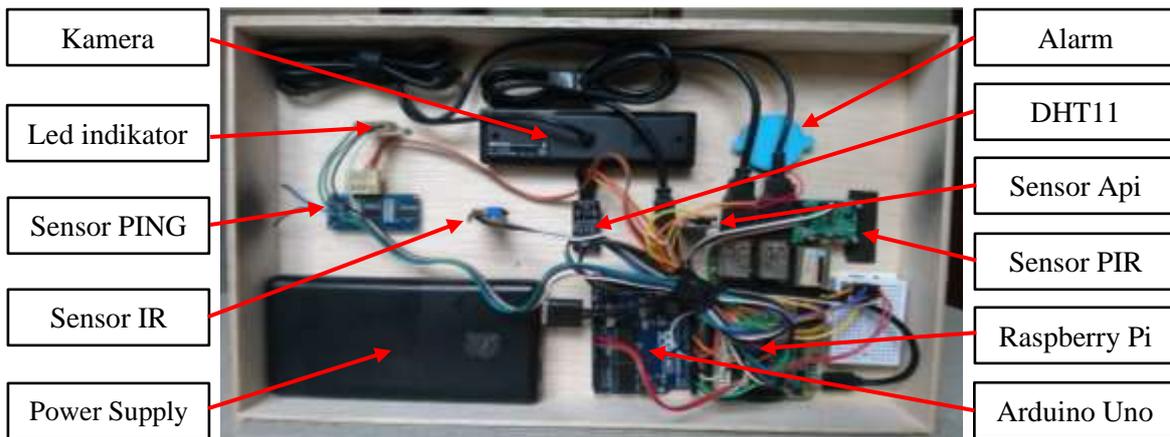
ROS adalah meta-operating sistem robot bersifat open source yang merupakan framework atau middleware yang digunakan untuk membuat perangkat lunak robot [14]. Prinsip dasar dari sistem komunikasi data pada ROS adalah dengan menghubungkan antara node publisher dan node subscriber [15]. Node publisher adalah node yang digunakan untuk mengirim data message, sedangkan node subscriber adalah node yang digunakan untuk menerima data message yang dikirim dari node publisher. Node publisher dan node subscriber dapat saling terhubung melalui topic, dimana topic merupakan nama jalur khusus yang digunakan untuk menghubungkan antara node publisher dan node subscriber. Pada ROS terdapat data message yang diproses didalam node, data message tersebut dapat berupa data string, integer, float, Boolean dan image. Pemanfaatan ROS sebagai perangkat lunak kontrol robot dapat dikembangkan untuk mengontrol perangkat keras berbasis *embedded system* [16], sehingga pada penelitian ini peneliti akan memanfaatkan ROS sebagai perangkat lunak kontrol yang akan digunakan untuk menghubungkan seluruh data sensor berbasis sistem komunikasi data antar node ROS. Adapun jenis distro ROS yang digunakan pada penelitian ini adalah ROS Noetic Ninjemys yang berjalan diatas sistem operasi Linux Ubuntu 20.04.

3. PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah pemanfaatan SMM yang dapat digunakan untuk sistem keamanan rumah ketika SMM mendeteksi adanya pergerakan objek seperti manusia, benda, hewan, dan nyala api. SMM ini dibangun dari beberapa perangkat sensor dan kamera yang saling terintegrasi menjadi satu kesatuan, kemudian data sensor dan kamera tersebut di proses menggunakan Arduino Uno dan Raspberry Pi, serta SMM ini akan memberikan peringatan bunyi alarm atau buzzer ketika SMM mendeteksi pergerakan objek dan nyala api. Berikut adalah gambar hasil perancangan perangkat keras SMM yang telah dibangun pada penelitian ini.



Gambar 2. Hasil perancangan sensor multi-modal tampak depan



Gambar 3. Hasil perancangan sensor multi-modal tampak belakang

Berdasarkan hasil perangkat SMM yang ditampilkan pada gambar 2 dan 3 dapat dilihat bahwa seluruh perangkat sensor saling terintegrasi dalam satu modul sehingga menjadi sebuah modul baru yang dapat digunakan untuk sistem keamanan rumah, dimana setiap sensor-sensor tersebut memiliki kelebihan masing-masing dalam mendeteksi gerak objek serta nyala api. Fungsi kamera pada SMM ini adalah untuk mendeteksi gerak objek berdasarkan warnanya serta digunakan untuk mendeteksi nyala api berdasarkan citra dari warna api. Sensor PING pada SMM ini berfungsi untuk mendeteksi gerak benda dari jarak 3 cm hingga 300 cm, dan sensor IR memiliki fungsi untuk mendeteksi pergerakan objek hingga jarak 56 cm. Sensor PIR pada SMM ini mempunyai kelebihan dapat mendeteksi gerak manusia hingga jarak 5 meter. Adapun sensor api flame detector yang digunakan pada SMM ini berfungsi untuk mendeteksi nyala api hingga jarak 300 cm, dan sensor DHT11 digunakan untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara pada sebuah lingkungan. Sensor DHT11 ini digunakan untuk memberikan peringatan ketika terjadi perubahan suhu yang drastis di sekitar lingkungan SMM tersebut.

Fungsi Arduino Uno pada SMM ini adalah sebagai perangkat keras kontrol level bawah yang digunakan untuk membaca data sensor, yaitu sensor PING, sensor PIR, sensor IR, sensor Api, dan sensor DHT11. Berikut adalah daftar tabel penggunaan pin yang ada pada Arduino Uno terhubung dengan sensor multi-modal.

Tabel 1. Penggunaan pin Arduino Uno terhubung dengan sensor multi-modal

Daftar Sensor	Pin Arduino Uno
Sensor PING	Pin 8 dan Pin 9
Sensor PIR	Pin 10
Sensor IR	Pin 11
Sensor Api	Pin 12
Sensor DHT11	Pin 13

Data sensor yang dibaca oleh Arduino Uno selanjutnya akan dikirim ke Raspberry Pi untuk diolah menggunakan sistem komunikasi data serial, dimana fungsi Raspberry Pi pada penelitian ini adalah sebagai perangkat keras level atas yang digunakan sebagai pusat pengolahan data SMM. Berikut adalah tabel penggunaan port dan GPIO pin yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2. Penggunaan port dan GPIO pin Raspberry Pi pada sensor multi-modal

Daftar Komponen	Port / GPIO Pin
Kamera	USB port 1
Serial Arduino Uno	USB port 2
Alarm / Buzzer	GPIO 17
Led indikator	GPIO 22 dan GPIO 27

ROS pada penelitian ini digunakan sebagai perangkat lunak kontrol untuk menghubungkan dan memproses seluruh data sensor berbasis sistem komunikasi data antar node. Pada komunikasi node sensor, terdapat node publisher dan node subscriber, node publisher adalah node yang digunakan untuk mengirim data message sedangkan node subscriber adalah node yang digunakan untuk menerima data message. Node publisher dan node subscriber dapat saling terhubung melalui topic. Berikut adalah daftar nama node publisher, node subscriber, dan topic yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 3. Komunikasi antar node ROS melalui topic

Sensor	Arduino / Raspberry Pi		Raspberry Pi		
	Node	Topic	Node	Topic	Node
Api	/serial_node	/flame	/node_flame	/hasil_flame	/buzzer
IR		/ir	/node_ir	/hasil_ir	
DHT11		/dht11	/node_dht11	/hasil_dht11	
PING		/ping	/node_ping	/hasil_ping	
PIR		/pir	/node_pir	/hasil_pir	
Kamera	/node_camera	/image	/node_merah	/hasil_merah	
			/node_kuning	/hasil_kuning	
			/node_biru	/hasil_biru	
			/node_hijau	/hasil_hijau	
			/node_api	/hasil_api	

Berdasarkan informasi tabel 3 dapat dilihat nama-nama node dan topic yang digunakan pada penelitian ini. Pada sistem komunikasi data antar node melalui topic, terdapat data message yang dikirim dari node publisher ke node subscriber. Berikut adalah tabel komunikasi data message antar node publisher dan node subscriber yang diaplikasikan pada penelitian ini

Tabel 4. 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
Api	/serial_node	/flame (String)	/node_flame	/hasil_flame (String)	/buzzer
IR		/ir (Float)	/node_ir	/hasil_ir (String)	
DHT11		/dht11 (Float)	/node_dht11	/hasil_dht11 (String)	
PING		/ping (Float)	/node_ping	/hasil_ping (String)	
PIR		/pir (String)	/node_pir	/hasil_pir (String)	
Kamera	/node_camera	/image (Image)	/node_merah	/hasil_merah (String)	
			/node_kuning	/hasil_kuning (String)	
			/node_biru	/hasil_biru (String)	
			/node_hijau	/hasil_hijau (String)	
			/node_api	/hasil_api (String)	

Informasi dari tabel 4 memperlihatkan jenis data message yang dikirim dari setiap node publisher ke node subscriber melalui topic. Pada SMM yang dibangun ini, data message yang dikirim dari sensor api adalah data message String, kemudian sensor IR menggunakan data message Float, sensor DHT11 menggunakan data message Float, sensor PING menggunakan data message Float, data message PIR menggunakan String, dan data message kamera menggunakan Image. Seluruh data message tersebut kemudian diolah pada node publisher/subscriber, dimana node ini memiliki dua fungsi yaitu berfungsi sebagai node subscriber pada saat menerima data message dan berfungsi sebagai node publisher pada saat mengirim hasil pengolahan data ke node subscriber “/buzzer”. Adapun data message yang digunakan untuk mengirim hasil pengolahan dari setiap sensor dan kamera adalah data message String, dimana data message tersebut berisi informasi hasil dari deteksi objek dan nyala api. Pada sistem yang dibangun ini, node subscriber “/buzzer” akan menerima data

message dari seluruh hasil pengolahan data sensor dan kamera, kemudian node ini akan memproses data agar dapat menyalakan buzzer ketika SMM mendeteksi gerak objek dan nyala api. Berikut adalah gambar hasil perancangan perangkat lunak dari sistem komunikasi data antar node ROS.



Gambar 4. Komunikasi data antara node publisher dan subscriber pada sensor multi-modal.

Peneliti telah melakukan ujicoba implementasi SMM dalam mendeteksi pergerakan objek serta mendeteksi nyala api yang dapat diaplikasikan pada sistem keamanan rumah. Ujicoba ini dilakukan pada gerak manusia, gerak hewan, gerak benda, dan ujicoba deteksi nyala api.

Tabel 5. Hasil ujicoba sensor multi-modal deteksi gerak manusia

Deteksi objek	Sensor	Jarak deteksi	Hasil	Buzzer
Gerak Manusia	PIR	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Deteksi	Aktif
		3 – 5 Meter	Deteksi	Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	PING	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Deteksi	Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	IR	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
Kamera	< 1 Meter	Deteksi	Aktif	
	1 – 3 Meter	Deteksi	Aktif	
	3 – 5 Meter	Deteksi	Aktif	
	5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif	

Tabel 6. Hasil ujicoba sensor multi-modal deteksi gerak benda (kayu)

Deteksi objek	Sensor	Jarak deteksi	Hasil	Buzzer
Gerak Benda (Kayu)	PIR	< 1 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		1 – 3 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	PING	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Deteksi	Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	IR	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	Kamera	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Deteksi	Aktif
		3 – 5 Meter	Deteksi	Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif

Tabel 7. Hasil ujicoba sensor multi-modal deteksi gerak hewan (kucing)

Deteksi objek	Sensor	Jarak deteksi	Hasil	Buzzer
Gerak Hewan (Kucing)	PIR	< 1 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		1 – 3 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	PING	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	IR	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	Kamera	< 1 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		1 – 3 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif

Tabel 8. Hasil ujicoba sensor multi-modal deteksi nyala api

Deteksi objek	Sensor	Jarak deteksi	Hasil	Buzzer
Nyala Api	Flame	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Deteksi	Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	Kamera	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Deteksi	Aktif
		3 – 5 Meter	Deteksi	Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
	DHT11	< 1 Meter	Deteksi	Aktif
		1 – 3 Meter	Deteksi	Aktif
		3 – 5 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif
		5 – 7 Meter	Tidak Deteksi	Tidak Aktif

Berdasarkan informasi tabel 5 hingga 8 dapat dilihat bahwa SMM yang dibangun dapat mendeteksi gerak manusia, gerak benda, gerak hewan, dan nyala api dengan jarak maksimal hingga 5 meter. SMM akan memberikan peringatan berupa bunyi alarm atau buzzer ketika SMM mendeteksi gerak objek dan nyala api. Sensitifitas sensor dan kalibrasi setiap sensor dalam mendeteksi gerak objek dan nyala api akan sangat berpengaruh dengan jarak deteksi dari setiap sensor, sehingga diperlukan kalibrasi sensor yang tepat agar SMM yang dibangun dapat bekerja dalam mendeteksi gerak objek dan nyala api dengan jarak yang lebih jauh.

4. KESIMPULAN

Implementasi Sensor Multi-Modal (SMM) untuk sistem keamanan rumah berbasis Raspberry Pi dan Robot Operating System (ROS) telah diterapkan pada penelitian ini. SMM ini merupakan perpaduan dari beberapa sensor menjadi satu kesatuan sehingga menjadi modul sensor baru. Adapun sensor-sensor yang dipadukan pada SMM ini adalah sensor PIR, sensor PING, sensor DHT11, sensor IR, sensor Api, dan Kamera. Kelebihan yang ada dari setiap sensor tersebut dipadukan menjadi satu sehingga sangat efektif diterapkan pada sistem keamanan rumah dalam mendeteksi gerak objek dan nyala api. ROS sebagai perangkat lunak robot telah dikembangkan pada penelitian ini untuk mengontrol perangkat sensor berbasis *embedded system*, dimana data-data sensor tersebut dapat saling terhubung dan berkomunikasi menggunakan sistem komunikasi data antar node ROS. Hasil dari penelitian ini adalah SMM dapat mendeteksi gerak manusia, gerak hewan, gerak benda, dan nyala api dengan jarak maksimal hingga 5 meter. Saran untuk pengembangan penelitian ini adalah pada sistem kalibrasi sensor, dimana dengan kalibrasi sensor yang tepat maka sensitifitas sensor dapat lebih ditingkatkan sehingga jarak deteksi dari SMM yang dibangun dapat lebih jauh dan lebih sensitif.

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 laksanakan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Tempong buka, H., Allo, EK., & S. Sompie. 2015. *Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor PIR (Passive Infrared) dan SMS sebagai Notifikasi*. E-Journal Teknik Elektro dan Komputer, Vol. 4, No. 6, hlm. 10-15.
- [2] Sungkar, MS. 2020. *Sistem Keamanan Rumah Berbasis Internet of Things*. Smart Comp, Vol. 9, No. 2, hlm. 96-98.
- [3] Setiawan, D., Candra, JK., & Suharyanto, CE. 2019. *Perancangan Sistem Pengontrolan Keamanan Rumah Dengan Smart CCTV Menggunakan Arduino Berbasis Telegram*. InfoTekJar, Vol. 4, No. 1, hlm. 185-190. DOI:10.30743/infotekjar.v4i1.1598.
- [4] Ramadhan, AS., & Handoko, LB. 2016. *Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Berbasis Arduino Mega 2560*. Techno.COM, Vol. 15, No. 2, hlm. 117-124.
- [5] Juniawan, FP., & Sylfania, DY. 2019. *Prototipe Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Kombinasi Sensor dan SMS Gateway*. Jurnal TEKNOINFO, Vol. 13, No. 2, hlm. 78-83.
- [6] Juniawan, FP., Sylfania, DY., & Adiputra, RS. 2019. *Prototipe Mikrokontroler Multisensor Menggunakan Arduino Uno Berbasis Web Sebagai Sistem Keamanan Rumah*. Cogito Smart Journal, Vol. 5, No. 1, hlm. 1-11.

-
- [7] Suparno, IW., & Jalil, A. 2021. *Sensor Multi-Modal Untuk Deteksi Gerak Objek Pada Sistem Keamanan Rumah Berbasis Komunikasi Node Robot Operating System*. Jurnal Elektro Luceat, Vol. 7, No. 1, hlm. 39-47. DOI : <https://doi.org/10.32531/jelekn.v7i1.339>.
- [8] 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, hlm. 1-7.
- [9] Parallax. 2006. *PING)))™ Ultrasonic Distance Sensor (#28015) V1.3*. California: Parallax, hlm. 1-13.
- [10] Najmurrohman, A., Kusnandar., & Amrullah. 2018. *Prototipe Pengendali Suhu dan Kelembaban untuk Cold Storage Menggunakan Mikrokontroler ATmega328 dan Sensor DHT11*. Jurnal Teknologi, Vol. 10, No. 1, hlm. 73-82.
- [11] Pramana, R., & Nababan, R. 2019. *Perancangan Perangkat Penghitung Jumlah Penumpang Pada Kapal Komersial Menggunakan Mikrokontroler*. Jurnal Sustainable, Vol. 8, No. 01, hlm. 18-29.
- [12] Indriani, D., Subhan, M., & Rahmawati, E. 2021. *Sistem Alarm Kebakaran Berbasis Arduino Menggunakan Flame Detector dan Sensor MQ-2*. Jurnal Pedagogos: Jurnal Pendidikan STKIP Bima, Vol. 3, No. 2, hlm. 16-23.
- [13] Jalil, A., & Matalangi, M. 2021. *Object motion detection in home security system using the binary-image comparison method based on robot operating system 2 and Raspberry Pi*. ILKOM Jurnal Ilmiah, 13(1), 1-8. doi:<https://doi.org/10.33096/ilkom.v13i1.686.1-8>.
- [14] 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.
- [15] J. M. O’Kane. 2013. *A Gentle Introduction to ROS*. Independently published, available at <http://www.cse.sc.edu/~jokane/agitr/>.
- [16] Jalil, A. 2019. *Sistem Kendali Perangkat Elektronik Jarak Jauh Berbasis Jaringan Nirkabel Menggunakan Secure Shell (SSH) Dan Robot Operating System (ROS)*. Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK), Vol. 7, No. 6, hlm. 1205-1212. DOI: 10.25126/jtiik.202072737.