

---

# IMPLEMENTASI ROBOT ARM SEBAGAI PENGINGAT JAGA JARAK BERBASIS *VISION* MENGGUNAKAN ROS 2 DAN RASPBERRY PI

## IMPLEMENTATION OF ARM ROBOT FOR KEEP DISTANCE REMINDER BASED ON *VISION* USING ROS 2 AND RASPBERRY PI

I Wayan Suparno<sup>1</sup>, Abdul Jalil<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Teknik Informatika, STMIK Handayani Makassar

<sup>2</sup>Sistem Komputer, STMIK Handayani Makassar

[iwayansuparno@gmail.com](mailto:iwayansuparno@gmail.com), [abdul.jalil@handayani.ac.id](mailto:abdul.jalil@handayani.ac.id)

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah mengimplementasikan robot *arm* berbasis *vision* yang dapat digunakan untuk memberikan peringatan berupa suara pada saat mendeteksi manusia tidak menerapkan pola jaga jarak di ruang publik. Teknik yang digunakan untuk mendeteksi jarak antara objek manusia adalah berdasarkan titik warna hijau yang tertutup oleh tubuh manusia pada saat berada di ruang publik, dimana jarak antara satu titik warna dengan titik warna lainnya adalah 50 cm. Setiap titik warna yang dideteksi oleh kamera robot *vision* akan diproses pada sebuah node Robot Operating System 2 (ROS 2) menggunakan metode *Binary Image Comparison* (BIC), kemudian hasil dari proses node-node tersebut akan dibandingkan pada sebuah node untuk menentukan jarak objek antar manusia. Jika dua buah titik warna secara berdekatan tertutup oleh tubuh manusia, maka robot mendeteksi terdapat objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak. Selanjutnya, robot akan memberikan peringatan berupa suara untuk menerapkan pola jaga jarak ketika berada di ruang publik. Hasil dari penelitian ini adalah robot *arm* yang dibangun dapat memberikan peringatan berupa suara pada saat mendeteksi terdapat objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak kurang dari 1 meter pada saat berada di dalam ruang publik.

**Kata kunci:** Robot Arm, Vision, ROS 2, Raspberry Pi, Binary Image Comparison.

### Abstract

*This study aims to implement the arm robot based on a vision that can be used to give a warning in the form of sound when detecting humans does not apply a social distancing pattern in public spaces. The technique used to detect the distance between humans is based on the green dot in the wall covered by the human body when they visit the public space area, where the distance between a green dot point with another point is 50 cm. Each dot color detected by the vision robot camera will be processed in a node of Robot Operating System 2 (ROS 2) using Binary Image Comparison (BIC) method, then the result from those node processes will be compared inside a node to determine the distance between the humans. When two dots of green are covered closely by a human's body, the robot detects that any human does not keep a distance. Furthermore, the robot will warn in the form of sound to keep a distance when they visit the public space. This study results show that the arm robot can be used to give a warning in the form of sound when detected a human does not apply a distance of less than 1 meter in the public space.*

**Keywords:** Arm Robot, Vision, ROS 2, Raspberry Pi, Binary Image Comparison.

## 1. PENDAHULUAN

Penyebaran penyakit Covid-19 saat ini masih menjadi perhatian utama oleh pemerintah Indonesia, dimana untuk membendung penyebarannya pemerintah selalu menghimbau masyarakat untuk menerapkan pola 3M, yaitu Menjaga jarak, Mencuci tangan, dan Memakai masker. Perubahan status pandemic menjadi endemic Covid-19 telah menjadikan masyarakat harus selalu siap untuk berhadapan dan berdampingan dengan penyakit Covid-19, olehnya itu, penerapan pola 3M merupakan salah satu cara efektif dalam memotong rantai penyebaran penyakit Covid-19. Tujuan dari penelitian ini adalah membangun sebuah robot *arm* berbasis *vision* yang dapat memberikan peringatan berupa suara kepada masyarakat ketika tidak menerapkan pola menjaga jarak di ruang publik, hal ini diharapkan dapat membantu pemerintah dan masyarakat dalam memutus rantai penyebaran penyakit Covid-19 khususnya di era endemic Covid-19.

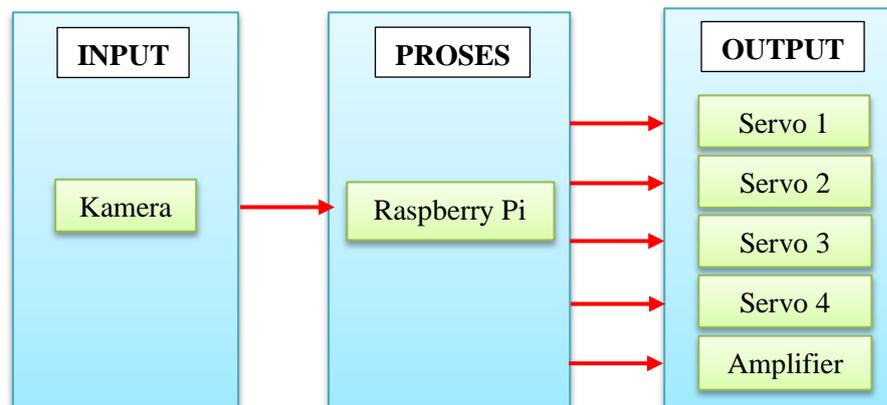
Pentingnya memutus rantai penyebaran penyakit Covid-19 dengan menggunakan perangkat teknologi telah menjadi perhatian oleh beberapa peneliti. Rancang bangun *Covid-19 Officer Robot* (COR) sebagai robot yang dapat memberi peringatan kepada manusia yang tidak menggunakan masker telah diaplikasikan oleh Pincu et al [1], pada penelitian tersebut, para peneliti telah menggunakan teknik pengolahan citra dalam mendeteksi manusia yang tidak menggunakan masker pada saat masuk ke sebuah gedung. Penggunaan *mobile robot* berbasis *vision* yang dapat mendeteksi suhu tubuh manusia pada sebuah bandara telah diterapkan oleh Senhaji et al [2], robot yang dibangun pada penelitian tersebut telah menggunakan kamera thermal berbasis citra untuk mendeteksi suhu tubuh manusia. Penerapan *Covid Surveillance Robot* (CS-Robot) yang dapat memonitoring jarak pengunjung yang masuk ke sebuah ruangan telah di-implementasikan oleh Sathyamoorthy et al [3], para peneliti tersebut telah menggunakan turtlebot 2 sebagai robotnya serta memanfaatkan algoritma YoloV3 untuk memproses citra gambar yang dideteksi oleh kamera robot. Selain itu, Sathyamoorthy et al juga telah menerapkan robot turtlebot 2 untuk memonitoring *social distancing* pada sebuah ruangan [4], dimana para peneliti tersebut telah menggunakan metode *Predestrian Tracking and Localization* untuk menghitung jarak estimasi objek berdasarkan pixel *bounding box* yang dideteksi oleh algoritma Yolo. Penggunaan *multi-agent robot* yang dapat memonitoring jarak fisik antar objek manusia telah diaplikasikan oleh Shah et al [5], pada penelitian tersebut, para peneliti telah menggunakan algoritma *You Only Look Once* (YOLO) untuk mengolah citra gambar serta menggunakan teknik *bounding box* dan *Fields of View* (FoV) untuk mengukur jarak objek antar manusia. Selanjutnya, pengembangan Quadruped robot yang dapat digunakan untuk memonitoring jarak manusia pada lingkungan perkotaan telah diterapkan oleh Fan et al [6], para peneliti tersebut telah menggunakan kamera dan lidar 3D untuk mendeteksi objek manusia serta memanfaatkan metode *crowd-aware routing algorithm* dan *bounding box prediction* untuk mendeteksi jarak antar objek manusia.

Pada penelitian ini, kami akan mengembangkan sebuah robot *vision* yang dapat bernavigasi hingga 360 derajat dalam mendeteksi objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak di ruang publik [7], dimana kami akan menggunakan teknik perbandingan dua buah titik warna atau lebih dalam mendeteksi jarak objek manusia di ruang publik menggunakan metode *Binary Image Comparison* (BIC) dan sistem komunikasi antar node Robot Operating System 2 (ROS 2). Robot *arm* yang dibangun pada penelitian ini dapat memberikan peringatan dalam bentuk suara pada saat mendeteksi terdapat objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak kurang dari 1 meter. Pada penelitian ini, jika sistem mendeteksi terdapat dua buah titik warna yang tertutup oleh tubuh manusia, maka robot menemukan bahwa terdapat objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga

jarak. Sebaliknya, jika robot tidak mendeteksi terdapat dua titik warna yang tertutup oleh tubuh manusia, maka tidak terdapat manusia yang saling berdekatan pada ruangan tersebut.

## 2. METODE PENELITIAN

Terdapat tiga tahapan metode yang kami lakukan sehingga rancang bangun robot *arm* berbasis *vision* dalam memonitoring jarak antar manusia pada suatu ruang publik dapat diimplementasikan pada penelitian ini. Tahapan metode tersebut meliputi tahapan perancangan sistem, tahapan desain dan pembuatan sistem, serta tahapan ujicoba. Pada tahapan perancangan sistem, kami telah merancang arsitektur perangkat yang terdiri dari tiga bagian inti, yaitu input, proses, dan output. Gambar 1 berikut merupakan rancangan arsitektur yang kami bangun pada penelitian ini.



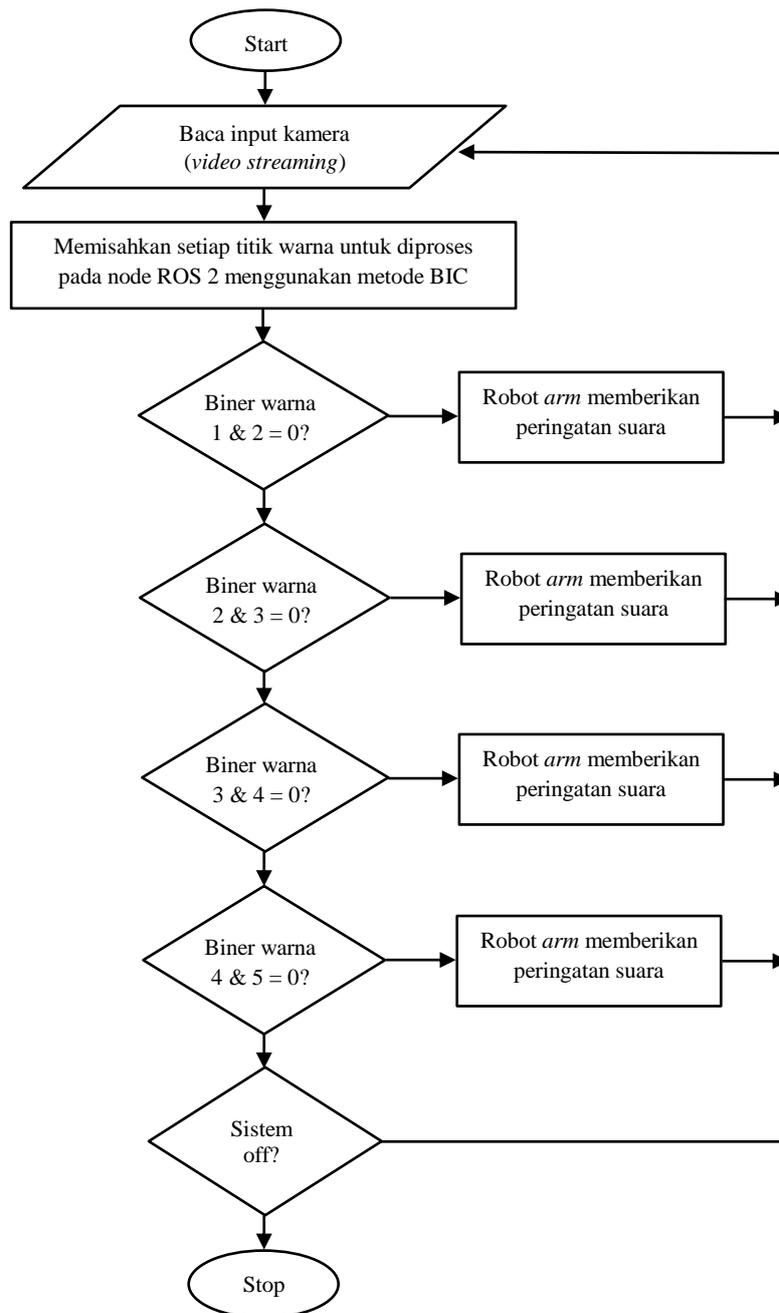
Gambar 1. Arsitektur sistem robot *arm* berbasis *vision*

Berdasarkan informasi dari gambar 1 arsitektur sistem dapat dilihat bahwa input dari robot *arm* yang dibangun adalah kamera yang berfungsi untuk menangkap objek manusia dalam bentuk *video streaming*. Selanjutnya, data *video streaming* tersebut diproses di Raspberry Pi dengan menggunakan teknik pengolahan citra, kemudian pada bagian output terdapat empat buah motor servo yang berfungsi untuk menggerakkan sendi-sendi robot *arm*, serta amplifier yang berfungsi sebagai sumber suara ke loudspeaker.

Selanjutnya, terdapat dua tahapan yang kami lakukan pada bagian desain dan pembuatan sistem, yaitu tahapan desain dan pembuatan perangkat keras robot serta tahapan pembuatan perangkat lunak robot. Pada tahapan pembuatan perangkat keras robot, kami menggabungkan seluruh perangkat keras yang ada berdasarkan hasil dari perancangan sistem ke dalam bentuk sebuah robot *arm*. Adapun jenis kamera yang digunakan pada robot *arm* ini adalah kamera RGB yang terhubung ke port USB Raspberry Pi, fungsi kamera pada robot ini adalah sebagai perangkat input berbasis *vision* yang digunakan untuk menangkap objek gambar dalam bentuk *video streaming*. Robot *vision* merupakan sebuah robot yang dapat bernavigasi berdasarkan input sensor kamera yang diproses dalam bentuk teknik pengolahan citra [8]. Adapun fungsi Raspberry Pi pada robot yang dibangun adalah sebagai pusat pengolahan data untuk mengolah citra gambar menjadi citra biner menggunakan teknik *thresholding* gambar serta mengontrol perangkat output robot melalui GPIO pin Raspberry Pi. Raspberry Pi merupakan sebuah mikrokomputer yang berukuran kecil serta dapat bekerja untuk mengolah data layaknya sebuah komputer [9]. Selanjutnya, pada robot *arm* yang dibangun, kami menggunakan empat buah motor servo jenis *continue* yang dapat

bergerak hingga 360 derajat untuk menggerakkan sendi-sendi robot *arm*. Motor servo adalah motor yang dapat bergerak berdasarkan input perintah pulsa yang dikirim dari kontroler, dimana pada motor servo terdapat gear yang berfungsi sebagai kekuatan torsi untuk mengangkat beban pada saat motor servo bergerak [10]. Adapun fungsi amplifier pada robot *arm* adalah sebagai sumber penguat suara yang akan keluar pada loudspeaker ketika robot *arm* memberi peringatan kepada manusia untuk menerapkan pola jaga jarak. Amplifier tersebut dapat aktif dan non-aktif berdasarkan input perintah yang dikontrol dari GPIO pin Raspberry Pi ke driver relay.

Pada tahapan pembuatan perangkat lunak robot, langkah awal yang kami lakukan adalah menginstal sistem operasi Linux Ubuntu 20.04 LTS ke Raspberry Pi, kemudian menginstal perangkat lunak pendukung lainnya yaitu *library* OpenCV dan Robot Operating System 2 (ROS 2) jenis distro Foxy Fitzroy. ROS merupakan perangkat lunak robot yang terdiri dari seperangkat *tools*, *library*, dan *package* yang digunakan untuk mengontrol dan mengendalikan perangkat keras input dan output robot [11]. Selanjutnya, pada penelitian ini kami menggunakan algoritma *Binary Image Comparison* (BIC) sebagai sistem pengambil keputusan pada saat sebuah titik warna yang berada pada ruang publik tertutup oleh tubuh manusia. BIC merupakan algoritma yang membandingkan antara nilai biner citra master dengan nilai biner citra warna tertentu sehingga dapat digunakan sebagai sistem pengambil keputusan berbasis citra [12]. Gambar 3 berikut ini adalah *flowchart* sistem dari perangkat lunak yang dibangun pada penelitian ini.



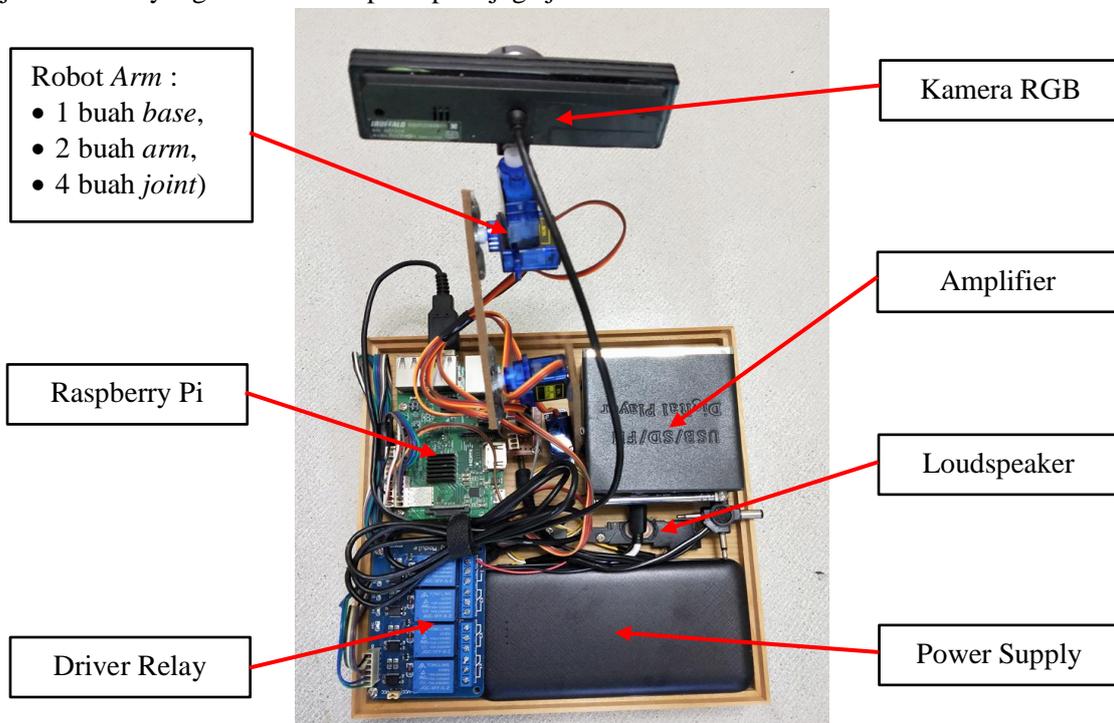
Gambar 2. Flowchart sistem perancangan perangkat lunak

Berdasarkan informasi gambar 2 dapat dilihat bahwa pada penelitian ini terdapat lima buah titik warna yang dibandingkan dalam mendeteksi jarak antar objek manusia. Jika terdapat dua buah titik warna yang saling berdekatan bernilai 0, maka robot *vision* mendeteksi terdapat objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak, selanjutnya robot akan memberikan peringatan dalam bentuk suara kepada objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak tersebut. Metode selanjutnya yang kami lakukan setelah mendesain dan membuat perangkat keras dan lunak robot

*vision* adalah melakukan ujicoba robot. Adapun tahapan ujicoba robot ini kami paparkan pada bagian pembahasan dan hasil dari penelitian ini.

### 3. PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini adalah rancang bangun robot *arm* berbasis *vision* yang dapat memberikan peringatan berupa suara pada saat mendeteksi terdapat manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak di ruang publik. Terdapat dua tahapan ujicoba yang telah kami lakukan pada penelitian ini, yaitu ujicoba perangkat keras dan ujicoba perangkat lunak. Pada tahapan ujicoba perangkat keras, kami telah menguji konektivitas seluruh perangkat input dan output agar dapat saling terhubung ke Raspberry Pi sehingga pembuatan robot *arm* berbasis *vision* dapat bekerja dengan baik. Gambar 3 berikut ini merupakan hasil pembuatan dan perakitan perangkat keras robot *arm* berbasis *vision* yang dapat memberikan peringatan suara pada saat mendeteksi objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak.



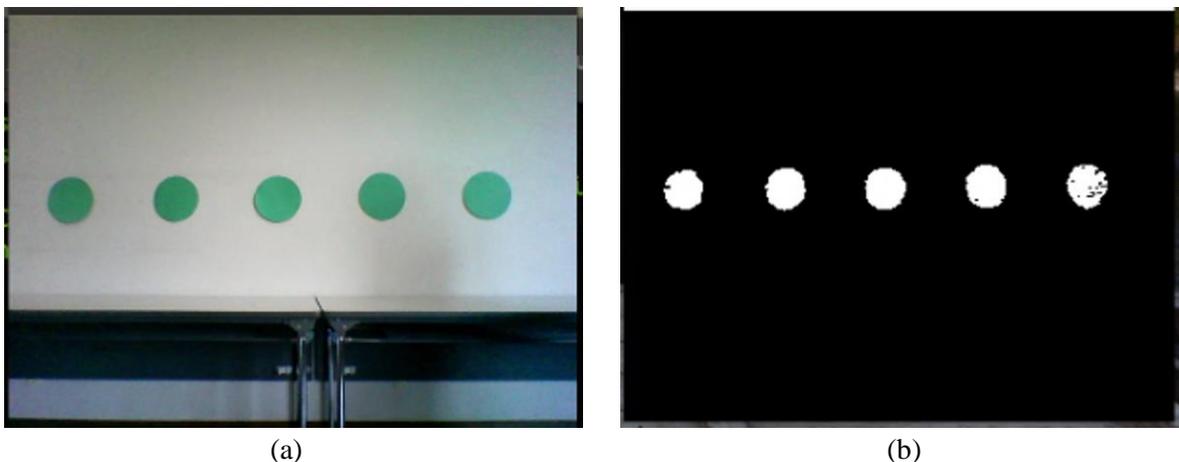
Gambar 3. Hasil perancangan perangkat keras robot *arm* berbasis *vision*

Berdasarkan informasi dari gambar 3 dapat dilihat bahwa terdapat beberapa komponen perangkat keras yang saling terhubung sehingga menghasilkan sebuah perangkat robot *arm* berbasis *vision*, yaitu kamera RGB, amplifier, loudspeaker, power supply, robot *arm*, Raspberry Pi, dan driver relay. Kami telah menguji konektivitas seluruh perangkat keras sehingga robot *arm* yang dibangun dapat berjalan sesuai dengan fungsi dari perangkat keras masing-masing. Tabel 1 berikut adalah hasil ujicoba perangkat keras dari robot *arm* yang dibangun.

Tabel 1. Hasil ujicoba perangkat keras robot *arm*.

Perangkat	Koneksi Pin / Port	Ujicoba	Hasil
Kamera RGB	USB	<i>Video streaming</i>	Kamera dapat berfungsi untuk menangkap gambar dalam bentuk <i>video streaming</i> ke Raspberry Pi.
Servo 1	GPIO pin 2	Kirim data pulsa dari 0 - 180	Motor servo 1 dapat menggerakkan <i>joint</i> 1 pada robot <i>arm</i> dari titik 0 hingga 180 derajat.
Servo 2	GPIO pin 3	Kirim data pulsa dari 0 - 180	Motor servo 2 dapat menggerakkan <i>joint</i> 2 pada robot <i>arm</i> dari titik 0 hingga 180 derajat.
Servo 3	GPIO pin 4	Kirim data pulsa dari 0 - 180	Motor servo 3 dapat menggerakkan <i>joint</i> 3 pada robot <i>arm</i> dari titik 0 hingga 180 derajat.
Servo 4	GPIO pin 17	Kirim data pulsa dari 0 - 180	Motor servo 4 dapat menggerakkan <i>joint</i> 4 pada robot <i>arm</i> dari titik 0 hingga 180 derajat.
Driver relay	GPIO pin 27	Kirim data 1 (High) ke relay	Driver relay akan aktif untuk menyalakan amplifier sehingga dapat mengeluarkan suara pada loudspeaker.
		Kirim data 0 (Low) ke relay	Driver relay akan non-aktif untuk mematikan amplifier.

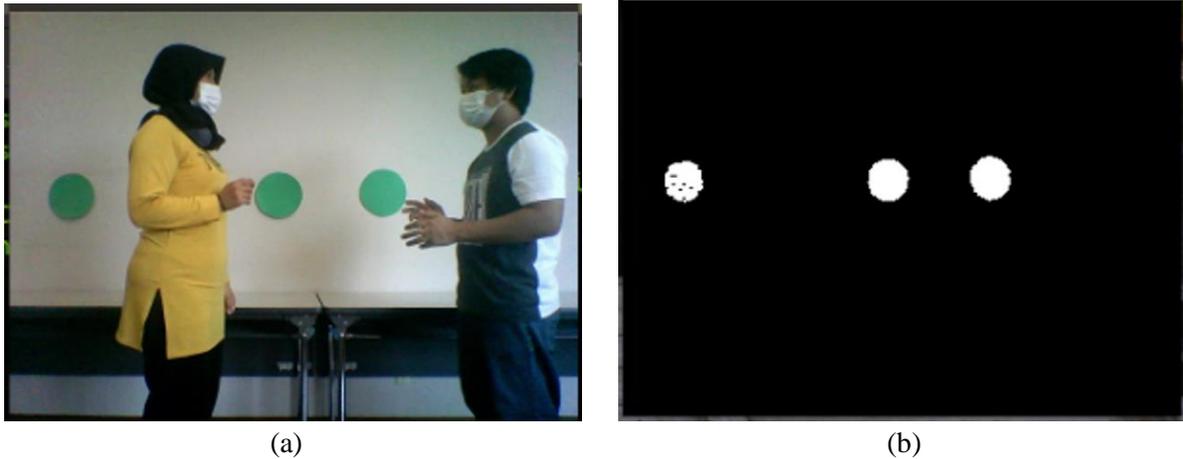
Langkah selanjutnya yang dilakukan setelah memastikan seluruh perangkat keras robot dapat bekerja dengan baik adalah menguji perangkat lunak robot. Pada pengujian ini, kami menguji efektivitas perangkat lunak dalam mendeteksi jarak objek manusia berdasarkan titik warna hijau pada dinding ruang publik ketika tertutup oleh tubuh manusia. Gambar 4 berikut adalah hasil *video streaming* yang ditangkap oleh kamera pada saat tidak mendeteksi manusia serta hasil thresholding citra biner dalam mendeteksi titik-titik warna hijau yang terdapat pada dinding ruang publik.



Gambar 4. (a) Hasil *video streaming* saat tidak mendeteksi manusia; (b) Hasil threshold citra biner dalam mendeteksi titik-titik warna hijau yang terletak pada dinding ruang publik.

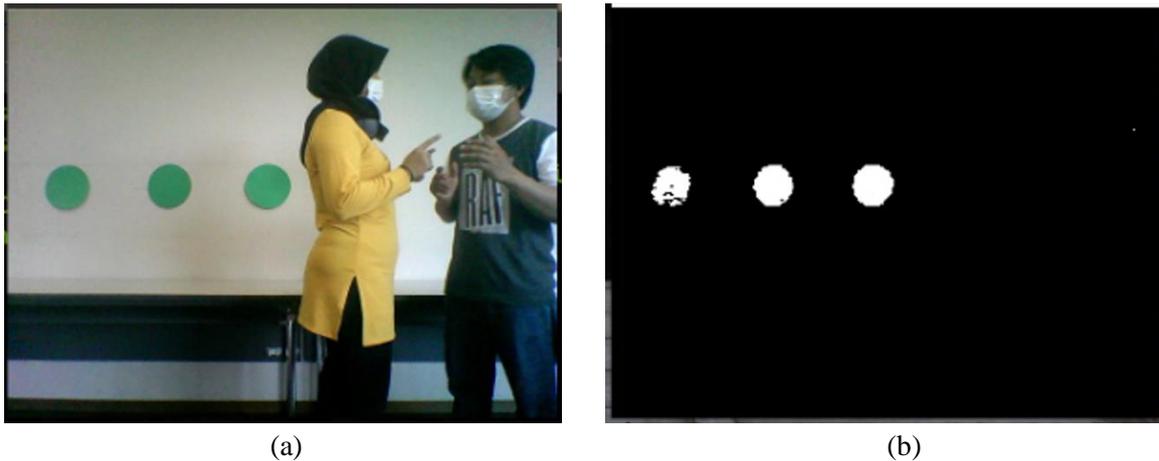
Berdasarkan informasi dari gambar 4 dapat dilihat bahwa pada penelitian ini kamera yang terdapat pada robot *arm* akan mendeteksi lima titik warna hijau dari setiap pergerakan rotasi robot *arm*, dimana jarak antara satu titik warna dengan warna lainnya adalah 50 cm. Selanjutnya pada gambar 4(b) adalah hasil teknik pengolahan citra dalam bentuk thresholding untuk mendeteksi citra biner dari setiap titik berwarna hijau yang terdapat pada dinding ruang publik. Pada penelitian ini, setiap titik warna yang dideteksi oleh kamera akan diproses dalam sebuah node ROS 2 kemudian

hasil dari nilai citra biner yang dideteksi akan dibandingkan dengan nilai biner citra master menggunakan algoritma BIC. Pada proses algoritma BIC, jika nilai biner citra master sama dengan nilai biner citra hijau, maka sistem mendeteksi terdapat objek manusia yang berdiri pada titik tersebut, dimana nilai biner dari citra master adalah 0. Namun jika nilai biner citra master tidak sama dengan nilai biner citra hijau, maka sistem mendeteksi tidak ada manusia yang berada pada area tersebut, dimana nilai biner citra hijau jika tidak tertutup oleh tubuh manusia adalah lebih besar atau sama dengan 1. Gambar 4 berikut adalah hasil deteksi *video streaming* dan *thresholding* citra gambar pada saat mendeteksi objek manusia yang menerapkan pola jaga jarak diruang publik.



Gambar 5. (a) Hasil *video streaming* saat mendeteksi manusia yang menjaga jarak; (b) Hasil *threshold* citra biner dalam mendeteksi titik-titik warna hijau yang terletak pada dinding ruang publik.

Informasi gambar 5 memperlihatkan bahwa ketika terdapat objek manusia yang berdiri di dalam ruangan, maka titik warna hijau yang berada pada dinding ruang publik akan tertutup. Pada saat titik warna hijau tersebut tertutup oleh tubuh manusia, maka nilai biner dari titik warna hijau akan bernilai 0. Selanjutnya sistem akan membandingkan nilai citra biner antara satu titik warna hijau dengan titik lainnya yang saling berdekatan. Berdasarkan informasi gambar 5(b) dapat dilihat bahwa tidak terdapat dua titik yang saling berdekatan tertutup oleh tubuh manusia. Hal ini menunjukkan bahwa objek manusia yang berada pada ruang publik telah menerapkan pola jaga jarak. Selanjutnya, pada saat sistem mendeteksi terdapat dua titik citra biner yang saling berdekatan bernilai 0, maka robot *arm* mendeteksi bahwa terdapat objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak. Gambar 6 berikut ini memperlihatkan hasil pada saat objek manusia tidak menerapkan pola jaga jarak di ruang publik.



Gambar 6. (a) Hasil *video streaming* saat mendeteksi manusia tidak menjaga jarak; (b) Hasil *threshold citra biner* dalam mendeteksi titik-titik warna hijau yang terletak pada dinding ruang publik.

Berdasarkan informasi yang ditampilkan pada gambar 6(b) dapat dilihat bahwa sistem mendeteksi terdapat dua titik citra biner yang saling berdekatan bernilai 0. Hal ini menandakan bahwa terdapat objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak di ruang publik. Selanjutnya robot *arm* akan memberikan himbauan berupa suara kepada masyarakat untuk menerapkan pola jaga jarak ketika berada di ruang publik. Pada penelitian yang dibangun ini, robot *arm* akan terus memberikan himbauan dan peringatan ketika mendeteksi terdapat dua titik warna hijau yang tertutup oleh tubuh manusia, dan akan berhenti pada saat tidak mendeteksinya.

#### 4. KESIMPULAN

Rancang bangun robot *arm* berbasis *vision* sebagai pengingat jaga jarak di ruang publik telah di-implementasikan pada penelitian ini. Jarak deteksi objek dilakukan berdasarkan jarak antara titik warna hijau yang terletak pada dinding ruang publik, dimana jarak antara satu titik warna dengan warna lainnya adalah 50 cm. Penerapan metode *Binary Image Comparison* (BIC) dalam mengambil keputusan pada saat mendeteksi objek manusia yang dipadukan dengan sistem komunikasi data antar node Robot Operating System 2 (ROS 2) dapat digunakan untuk mendeteksi jarak antar objek manusia serta mengendalikan gerak robot *arm* berbasis *vision* yang dapat bernavigasi hingga 360 derajat. Pada saat robot *arm* mendeteksi terdapat dua titik warna yang berdekatan terhalang oleh tubuh manusia, maka robot membaca bahwa terdapat manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak, selanjutnya robot akan memberikan himbauan dan peringatan kepada masyarakat untuk segera menerapkan pola jaga jarak dalam bentuk suara. Hasil dari penelitian ini adalah robot *arm* dapat memberikan peringatan untuk menjaga jarak kepada masyarakat saat mendeteksi terdapat objek manusia yang tidak menerapkan pola jaga jarak kurang dari 1 meter.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] E.L. Pincu, A. David, V.S. Fleischmann, Y. Edan, dan T.O. Gilad. 2021. Comply with Me: Using Design Manipulations to Affect Human-Robot Interaction in a COVID-19 Officer Robot Use Case. *Multimodal Technol. Interact.* DOI: <https://doi.org/10.3390/mti5110071>.

- 
- [2] S. Senhaji, S. Faquir, dan M.A. Jamil. 2021. Towards Robotics and Artificial Intelligence for the Prevention of Covid 19 Pandemic. *E3S Web of Conferences*. DOI: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202122901035>.
- [3] A.J. Sathyamoorthy, U. Patel, M. Paul, Y. Savle, dan D. Manocha. 2021. COVID Surveillance Robot: Monitoring Social Distancing Constraints in Indoor Scenarios. *PPLoS ONE*. 16(12): e0259713. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0259713>.
- [4] A.J. Sathyamoorthy, U. Patel, M. Paul, Y.A. Savle, M. Paul, dan D. Manocha. 2020. COVID-Robot: Monitoring Social Distancing Constraints in Crowded Scenarios. *arXiv:2008.06585v2 [cs.RO]*.
- [5] S.H.H. Shah, O.H. Steinnes, E.G. Gustafsson, dan I.A. Hameed. 2021. Multi-Agent Robot Sistem to Monitor and Enforce Physical Distancing Constraints in Large Areas to Combat COVID-19 and Future Pandemics. *Appl. Sci*. DOI: <https://doi.org/10.3390/app11167200>.
- [6] T. Fan, Z. Chen, X. Zhao, J. Liang, C. Shen, D. Manocha, J. Pan, dan W. Zhang. 2020. Autonomous Social Distancing in Urban Environments using a Quadruped Robot. *arXiv:2008.08889v1 [cs.RO]*.
- [7] Suparno, I., dan Jalil, A. 2022. Desain Robot Arm Berbasis Vision Sebagai Pengingat Social Distancing Menggunakan Raspberry Pi Dan Robot Operating System. *Electro Luceat*, 8(1), 85-72. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v8i1.453>.
- [8] W. Budiharto, dan D. Purwanto. 2015. Robot Vision: Teknik Membangun Robot Cerdas Masa Depan. Penerbit ANDI.
- [9] I.D. Wijaya, U. Nurhasan, dan M.A. Barata. 2017. Implementasi Raspberry Pi Untuk Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Ruang Server Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Triangle Face. *Jurnal Informatika Polinema*, Vol.4, No.1.
- [10] U. Latifa, dan J.S. Saputro. 2018. Perancangan Robot Arm Gripper Berbasis Arduino Uno Menggunakan Antarmuka Labview. *Barometer*. Vol.3, No.2, pp. 138-141.
- [11] Jalil, A. 2022. Panduan Lengkap Robot Operating System (ROS). Penerbit ANDI.
- [12] Anatasya, A. E., Wahyuningsih, P., dan Jalil, A. 2022. Design of Devices for Monitoring the Number of Public Space Visitor Based On Image Processing Using Binary Image Comparison Method. *Electro Luceat*, 8(1), 68-75. <https://doi.org/10.32531/jelekn.v8i1.451>.