

Penggunaan YOLOv8 dalam Robot Navigasi Pencarian Korban Bencana Alam Gempa Bumi

Use of the YOLOv8 Algorithm in Navigation Robots Searching for Earthquake Natural Disaster Victims

Muhammad Abdul Latif¹, Aditiya Nicola Putra², Hanan Fatanaja Abrar³, Sony Sumaryo⁴,
Irham Mulkan⁵ dan Erwin Susanto⁶

^{1,2,3,4,5,6}Program Studi Teknik Elektro Universitas Telkom

[1madlaf](mailto:madlaf@student.telkomuniversity.ac.id), [2aditivaniko](mailto:aditivaniko@student.telkomuniversity.ac.id), [3hananabrar](mailto:hananabrar@student.telkomuniversity.ac.id), [4sonvsumarvo](mailto:sonvsumarvo@student.telkomuniversity.ac.id), [5irhammulkan](mailto:irhammulkan@telkomuniversity.ac.id),
[6erwinelektro](mailto:erwinelektro@telkomuniversity.ac.id)@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Bencana gempa bumi seringkali menyebabkan korban bencana tertimpa reruntuhan bangunan. Dari beberapa insiden yang terjadi, banyak korban masih dapat diselamatkan jika evakuasi dilakukan dengan cepat. Masalah utama bagi tim penyelamat adalah menemukan korban dengan lingkungan sekitar pasca bencana masih berbahaya untuk ditinjau. Penelitian ini menghasilkan robot pencarian korban bencana gempa bumi sebagai penunjuk jalan bagi tim penyelamat dalam menuju lokasi korban. Robot ini menggunakan kamera termal MLX90640 untuk mendeteksi keberadaan korban, Arduino Nano, Raspberry Pi 4, dan sensor ultrasonik JSN-SR04T untuk menghindari rintangan. Metode yang diterapkan adalah YOLO (*You Only Look Once*), yang memungkinkan deteksi objek secara real-time dengan tingkat akurasi dan kecepatan yang tinggi. Penelitian menunjukkan bahwa model YOLOv8 berhasil mendeteksi korban dengan tingkat akurasi yang sangat tinggi, mencapai *Mean Average Precision* (MAP) sebesar 99.5%. Pengujian navigasi robot menunjukkan bahwa dalam 5 skenario, robot mampu mencapai posisi korban dengan akurasi sebesar 80%. Hal ini menunjukkan bahwa robot memiliki kemampuan yang baik dalam navigasi dan deteksi objek.

Kata kunci: gempa Bumi, Pencarian korban, navigasi, otomatis, Yolov8, Robot

Abstract

Earthquake disasters often result in victims being trapped under rubble. From several incidents that have occurred, many victims can still be rescued if evacuation is done quickly. The main problem for rescue teams is finding victims when the post-disaster environment is still dangerous to survey. This research resulted in a disaster victim search robot as a guide for rescue teams to reach the location of victims. The robot uses an MLX90640 thermal camera to detect the presence of victims, Arduino Nano, Raspberry Pi 4, and JSN-SR04T ultrasonic sensor to avoid obstacles. The method applied is YOLO (*You Only Look Once*), which allows real-time object detection with high accuracy and speed. Research shows that the YOLOv8 model successfully detects victims with a very high accuracy rate, reaching a *Mean Average Precision* (MAP) of 99.5%. Robot navigation testing shows that in 5 scenarios, the robot can reach the victim's position with an accuracy rate of 80%. This indicates that the robot has good abilities in navigation and object detection.

Keywords: earthquake, victim search, navigation, autonomous, Yolov8, robot

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang sangat rentan terhadap bencana gempa bumi. Hal ini disebabkan karena Indonesia dilalui oleh jalur pertemuan 3 lempeng tektonik, yaitu Lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Gaya interaksi antar lempeng tersebut senantiasa menekan dan menggeser berbagai patahan yang tersebar di seluruh bagian Indonesia [1]. Dampak yang ditimbulkan oleh bencana gempa bumi adalah runtuhnya bangunan. Runtuhnya bangunan dapat menyebabkan terjadinya korban jiwa dan mengancam keselamatan karena tertimpa reruntuhan tersebut [2].

Untuk mengurangi risiko yang timbul akibat bencana gempa bumi, evakuasi harus segera dilakukan. Tim penyelamat dikerahkan untuk memberikan bantuan dengan anggota tim, peralatan, dan juga anjing pelacak. Area yang tidak dapat dijangkau oleh manusia dapat diatasi dengan bantuan anjing pelacak yang membantu menemukan korban bencana gempa bumi. Namun, anjing pelacak memiliki keterbatasan dalam berkomunikasi dengan manusia. Keadaan bangunan yang tidak stabil meningkatkan risiko runtuh secara tiba-tiba, sehingga dapat membahayakan tim penyelamat.

Oleh karena itu diperlukan adanya suatu alat yang dapat membantu dalam pencarian korban bencana gempa bumi yang dapat mendeteksi keberadaan korban berdasarkan suhu yang dipancarkan oleh tubuh korban. Penggunaan robot pencari dan penyelamat dapat juga diterapkan untuk lokasi yang sempit dan sulit dijangkau [3]. Pada penelitian sebelumnya membahas bahwa YOLOv8 lebih diunggulkan untuk melakukan pendeteksian dibandingkan YOLOv7 [4]. Oleh karena itu penelitian ini akan menggunakan algoritma YOLOv8 dan diharapkan dapat melebihi dari nilai akurasi penelitian sebelumnya.

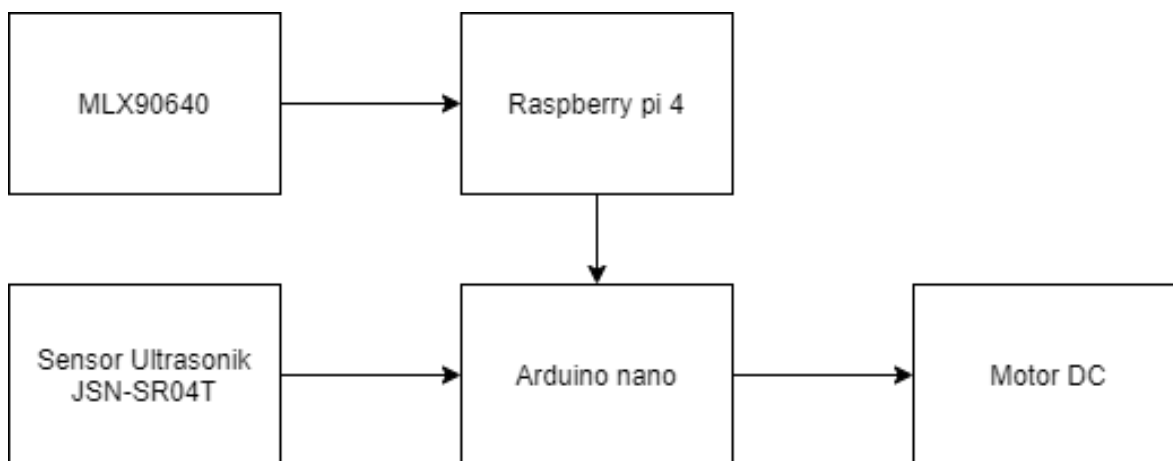
2. PERANCANGAN

2.1 Desain Sistem

Penelitian yang dilakukan berupa penelitian eksperimental, sehingga ada beberapa hal yang perlu dilakukan sebelum melakukan penelitian, yaitu menentukan spesifikasi yang dibutuhkan dalam pencarian korban gempa bumi, merancang dan membangun keseluruhan sistem, dan diakhiri dengan melakukan pengujian. Perancangan robot pencarian korban bencana gempa bumi dibagi menjadi 2 bagian, yakni perancangan perangkat keras dan juga perancangan perangkat lunak.

2.1.1 Perangkat Keras






Robot pencarian korban bencana alam gempa bumi memanfaatkan sebuah sensor untuk membimbing satu atau lebih faktor melalui suatu program [5]. Diantanya adalah sensor MLX904640 dan sensor ultrasonik. Untuk menunjang dalam penggunaan perangkat lunak, maka diperlukan Raspberry pi 4 untuk pendeteksian korban dan Arduino nano sebagai mikrokontroler yang bertugas untuk sistem navigasi dari robot. Berikut adalah diagram blok dari perancangan keras robot pencarian korban bencana gempa bumi.



Gambar 1. Diagram blok perancangan perangkat keras

Pada gambar 1 disebutkan bahwa diperlukan komponen dalam proses perancangan alat yang dijelaskan pada tabel 1.

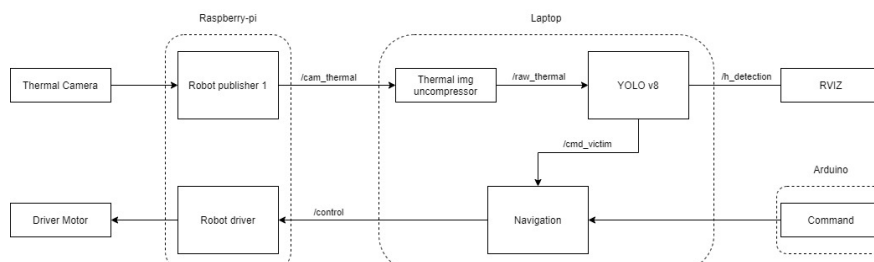
Tabel 1. Perangkat keras pada robot pencarian korban bencana gempa bumi

No.	Perangkat Keras	Gambar	Keterangan
1	Raspberry pi 4		Raspberry Pi 4 Model B merupakan mikrokomputer yang dilengkapi prosesor quad-core 64-bit berkinerja tinggi [6]. Pada penelitian ini, Raspberry pi 4 digunakan untuk melakukan pengiriman data yang diterima dari sensor MLX90640 terhadap sebuah laptop.
2	Arduino nano		Arduino Nano merupakan mikrokontroler yang menggunakan chip ATmega 328P dan memiliki ukuran fisik yang sangat kecil. Arduino nano digunakan untuk melakukan pengaturan navigasi dari robot.
3	MLX90640		Sensor MLX90640 merupakan sensor thermal yang dapat menghasilkan output berupa <i>image</i> dengan resolusi 32x24 pixels. [7]. Sensor MLX90640 ini digunakan sebagai input pendeteksian korban bencana gempa bumi pada robot.
4	Sensor Ultrasonik JSN-SR04T		Sensor Ultrasonik JSN-SR04T merupakan sensor pengukuran jarak yang tahan air. Pada robot, sensor ini digunakan sebagai navigasi automasi untuk menghindari <i>obstacle</i> dan menggerakkan robot kejalur yang tidak memiliki <i>obstacle</i> .
5	Motor DC		Motor DC digunakan sebagai aktuator dari robot agar dapat melakukan manuver terhadap skenario gempa bumi yang dibuat.

2.1.2 Perangkat Lunak

ROS adalah Sistem Operasi Robot bersifat *open-source* yang didalamnya terdapat library dan tools untuk membuat perangkat lunak robot [8]. ROS merupakan framework yang dapat menghubungkan beberapa perangkat keras dengan sistem operasi komputer dengan fleksibel dan mudah karena dibantu dengan adanya library dan tools yang memudahkan dalam pengembangan robot, termasuk untuk sistem robot multi agen [9]. Adapun pada ROS ini dibangun oleh Node dan juga Topic, Adapun node merupakan proses yang berjalan secara mandiri dan dapat berkomunikasi dengan proses lain melalui mekanisme publikasi-subscripsi, dan Topic merupakan saluran komunikasi di ROS yang memungkinkan node untuk berbagi data.

Pada Robot pencarian korban gempa bumi ini, robot akan dirancang untuk mencari korban dan memberikan pemberitahuan adanya korban kepada user robot. Untuk melakukan tugasnya tersebut, Robot ini tersusun oleh beberapa node dan topic ROS yang diintegrasikan dengan beberapa komponen penyusun robot diluar ROS, digambarkan menjadi sebuah diagram blok sebagai berikut



Gambar 2. Diagram blok perancangan perangkat lunak

Pada Gambar 2, robot ini tersusun oleh berbagai node dan topic, yang dimana pada robot ini diawali dengan pengambilan data dari kamera thermal yang disimpan ROS node Robot Publisher 1 Raspberry Pi 4.

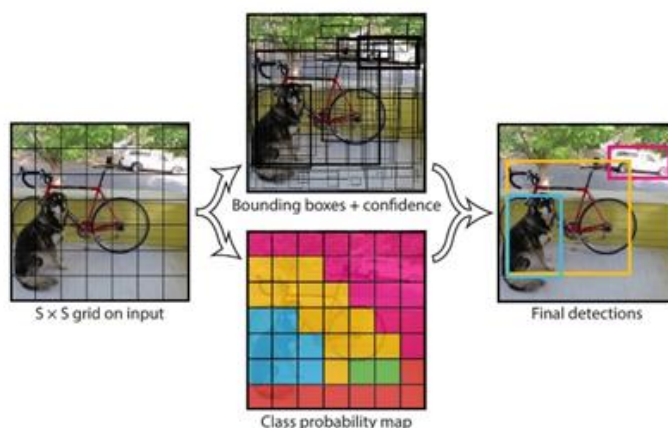
Pada bagian laptop, node Thermal img uncompressor akan menerima data dari node Robot publihser 1 pada raspberry pi 4 melalui topic /cam_thermal dan diolah menjadi image thermal 640x640. Lalu image tersebut akan dikirimkan kepada node YOLOv8 melalui topic /raw_thermal dan akan mendeteksi keberadaan korban. jika terdeteksi korban, maka node tersebut akan mengirimkan informasi kepada node RVIZ melalui topik /h_detection untuk ditampilkan kepada user.

Selain itu juga, node YOLOv8 akan mengirimkan informasi berupa koordinat tengah *bounding box* YOLOv8 korban kepada *node navigation* melalui topic /cmd_victim untuk memberikan intruksi pergerakan robot menuju korban. Setelah itu, node navigation ini akan mengirimkan informasi tersebut kepada mikrokontroller arduino agar arduino nano dapat memberikan perintah navigasi kepada motor robot.

Navigasi pada arduino nano disusun oleh beberapa informasi yaitu informasi mengenai koordinat pada bounding box YOLOv8 dan juga jarak robot dengan *obstacle* yang didapatkan oleh sensor ultrasonik JSN SR-04. Navigasi ini akan memberikan perintah untuk menggerakkan robot secara otomatis dengan gerakan yang mengarah pada jalur yang tidak memiliki obstacle dan mengarah pada korban bencana gempa bumi.

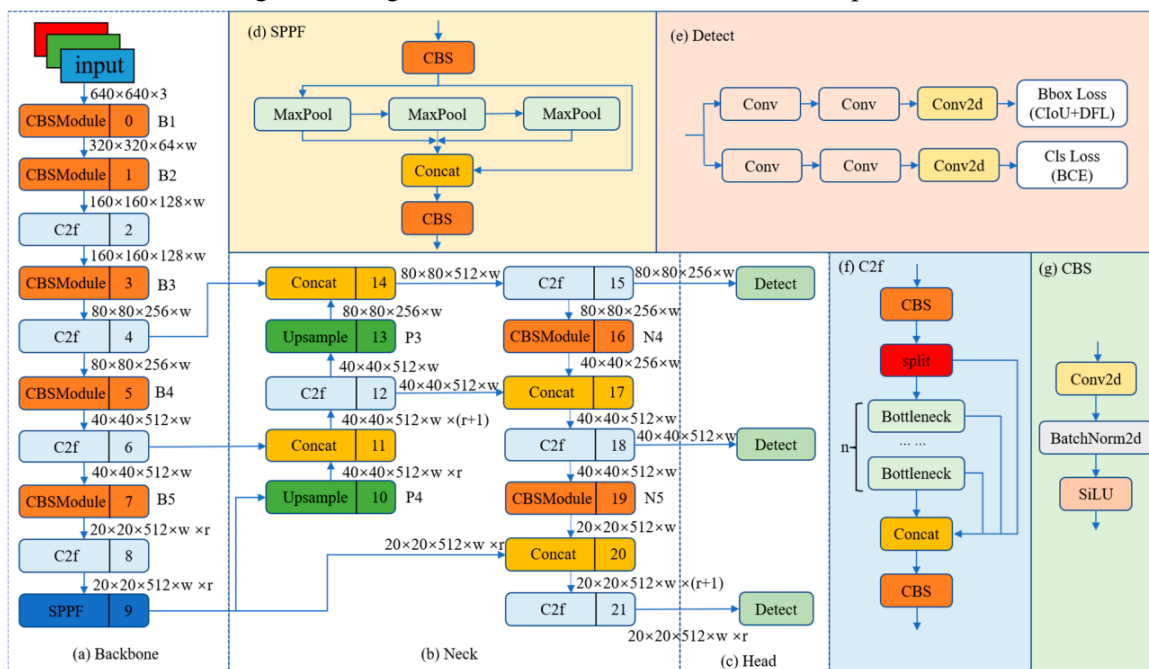
Pada sistem robot ini, digunakan algoritma YOLOv8 sebagai pendeteksi korban bencana gempa bumi, YOLOv8 merupakan sebuah algoritma *object detection* yang dapat mendeteksi objek secara *real-time*. Metode YOLO memproses pendeteksian dan pengenalan objek yang bahkan berukuran kecil menggunakan sebuah jaringan syaraf tunggal (*single neural network*), yang memprediksi koordinat kotak pembatas pada objek dan probabilitas kelas secara *real-time* dalam satu deteksi [10-12].

Secara garis besar, diagram alir kerja YOLO seperti pada Gambar 3 berikut:



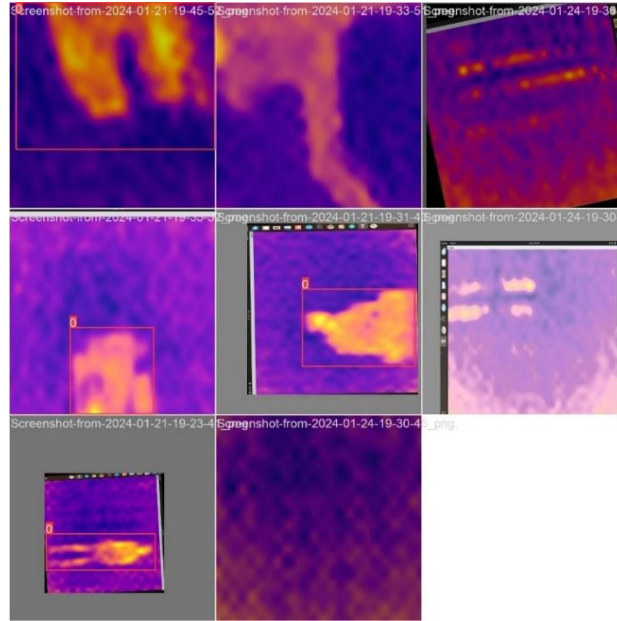
Gambar 3 Cara kerja *You Only Look Once* (YOLO) [13]

Berikut adalah gambar diagram blok YOLOv8 dari *backbone* sampai *head*:



Gambar 4 diagram blok YOLOv8 [14]

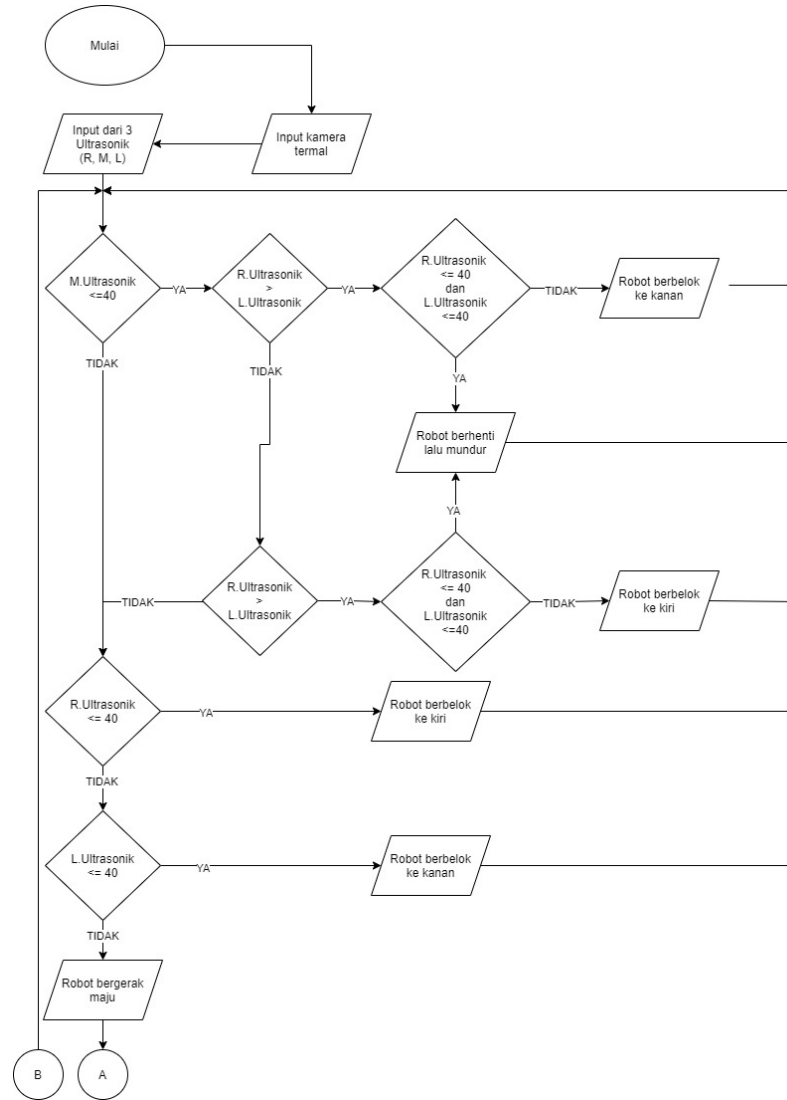
Riset tentang pengenalan obyek telah banyak dilaporkan, mulai dari metode klasik menggunakan sensor PIR [15] sampai dengan menggunakan kamera yang didukung dengan algoritma cerdas YOLO [16-18]. Pada robot pencarian korban bencana gempa bumi ini, YOLOv8 akan melakukan *training* menggunakan dataset yang terdiri dari 319 gambar hasil kamera thermal dengan epoch 100 dan batch size 8. Adapun sebagian datasetnya adalah sebagai berikut:



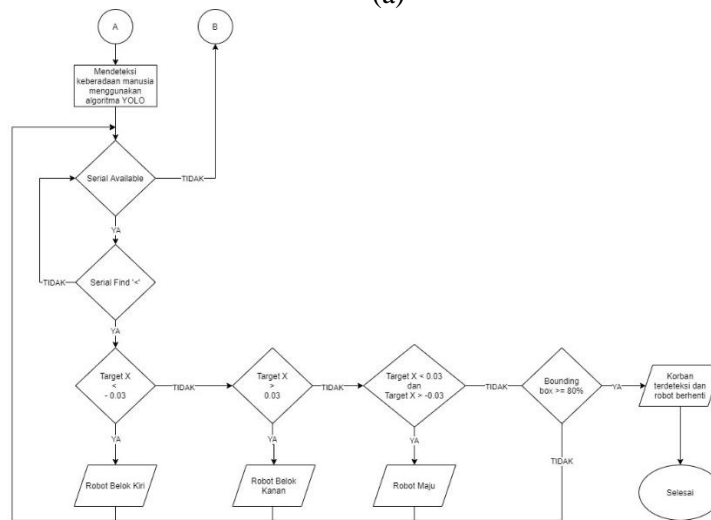
Gambar 5. Dokumentasi *dataset* yang digunakan

Hasil dari training model menggunakan dataset ini mendapatkan hasil yang sangat memuaskan, yaitu dengan Mean Average Precision (MAP) sebesar 99.5%.

2.1.3 Diagram Alir



(a)



(b)

Gambar 6. Diagram alir sistem pencarian korban dengan robot (a-b)

Berikut adalah diagram alir dari robot pencarian korban bencana gempa bumi. Dimana input dari diagram alir tersebut berasal dari MLX90640 untuk pendeteksian korban dan 3 Ultrasonik JSN-SR04T untuk pendeteksian halangan atau objek yang ada didepannya. Ketika jarak dari ultrasonik kurang dari 40, maka robot akan bergerak sesuai dengan jarak yang dideteksinya. Saat yang mendeteksi jarak kurang dari 40, adalah sensor ultrasonik depan, maka robot akan membandingkan jarak dari ultrasonik yang ada di kanan dan kiri. Ketika jarak di kanan lebih besar dari kiri, maka robot akan berbelok ke kanan, namun ketika jarak dari kiri lebih besar maka robot akan bergerak ke kiri. Ketika 3 sensor ultrasonik tidak mendeteksi objek atau halangan yang ada didekatnya, maka robot akan bergerak maju terus. Sambil robot mendeteksi objek yang ada disekitarnya, algoritma YOLO akan melakukan pencarian korban menggunakan MLX90640. Ketika kamera telah mendeteksi adanya korban, maka robot akan mendekati korban namun dengan sekaligus mendeteksi adanya objek yang menghalangi robot.

3. PEMBAHASAN

3.1 Skenario Pengujian



Gambar 7. Skenario pengujian akurasi robot. (a) ilustrasi skenario, (b) dokumentasi skenario

Pada penelitian ini, dibuat skenario di dalam ruangan seluas 7,2 m x 6,8 m sebanyak 5 buah skenario untuk mengetahui seberapa akurat robot ini dapat melakukan pencarian korban. Pada gambar (a) merupakan ilustrasi dari skenario pengujian. Pada gambar (b) adalah dokumentasi dari skenario pengujian yang akan dilakukan

3.2 Hasil Pengujian

Tabel 2. Hasil pengujian

Pengujian ke-	Waktu (menit)	Keterangan	Pengujian ke-	Waktu (menit)	Keterangan
1	5.47	Berhasil	16	5.95	Berhasil
2	5.45	Berhasil	17	5.41	Berhasil
3	5.92	Berhasil	18	5.59	Berhasil
4	5.45	Berhasil	19	5.82	Berhasil
5	5.53	Berhasil	20	5.39	Berhasil
6	5.49	Berhasil	21	5.67	Berhasil
7	-	Tidak Berhasil	22	5.83	Berhasil
8	-	Tidak Berhasil	23	-	Tidak Berhasil
9	5.62	Berhasil	24	5.35	Berhasil
10	5.73	Berhasil	25	-	Tidak Berhasil
11	5.64	Berhasil	26	-	Tidak Berhasil
12	5.98	Berhasil	27	5.45	Berhasil
13	5.59	Berhasil	28	5.5	Berhasil
14	5.88	Berhasil	29	5.67	Berhasil
15	5.31	Berhasil	30	-	Tidak Berhasil

Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan skenario pengujian yang telah dibuat. Pengujian dilakukan sebanyak 30 kali, dengan 24 kali robot berhasil menemukan objek pengujian, dan 6 kali robot gagal dalam menemukan objek pengujian. Kegagalan ini dikarenakan robot mengalami kendala dalam menemukan jalur yang dapat dilaluinya dan pada akhirnya hanya berputar dipojok area pengujian. Sehingga nilai akurasi yang didapat adalah sebesar 80%

$$Akurasi = \frac{\sum \text{Pengujian Berhasil}}{\sum \text{Total Pengujian}} \times 100\% = 80\% \quad (1)$$

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa robot pencarian korban bencana alam gempa bumi menggunakan algoritma YOLOv8 dan kamera thermal MLX90640 dengan navigasi otomatis berdasarkan obstacle menggunakan sensor ultrasonik dapat berjalan dengan baik. Dari 30 kali pengujian didapat akurasi dari robot sebesar 80%, dimana 24 kali percobaan berhasil mencapai korban dan 6 kali percobaan tidak berhasil. Hal ini dikarenakan objek atau halangan yang ada didepannya berada tepat dibagian *gap* pendeteksian ultrasonic sehingga membuat robot berputar terus menerus pada objek atau halangan didepannya. Dalam pengembangan selanjutnya, disarankan robot menggunakan metode automasi yang lebih baik seperti menggunakan kamera dan algoritma objek deteksi.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sausan, S. Bima, L. Hendrik, Y. Achmi, P. Intan, R. Aulia, dan S. Mohd. 2017. Robot Pointer sebagai Penunjuk Jalan Tim SAR untuk Mempermudah Pencarian Korban Bencana Gempa, Banda Aceh. *Jurnal Rekayasa Elektrika* 13:2 112-118.
- [2] N. Sora. 2015. Pengertian Gempa Bumi dan Jenisnya Lengkap. [Online]. Tersedia di <https://pengertianku.net/2015/02/pengertian-gempabumi-dan-jenisnya-lengkap.html> [diakses pada 9 Januari 2023].
- [3] S. Han *et al.*, 2022. Snake Robot Gripper Module for Search and Rescue in Narrow Spaces. *IEEE Robotics and Automation Letters*. 7:2 1667-1673.
- [4] Yanto, F. Aziz, Irmawati. Juni 2023. YOLO-V8 Peningkatan Algoritma Untuk Deteksi Pemakaian Masker Wajah. *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*. 7:3 1437-1444.
- [5] Schilling, J. Robert. 2000. Fundamentals of Robotics Analysis and Control. [Online]. Tersedia di https://archive.org/details/operationsmanage00russ_0/page/n2/mode/1up [diakses pada 9 Januari 2023].
- [6] R. Muchlisin. 2020. Raspberry Pi (Definisi, Fungsi, Jenis, Spesifikasi dan Pemrograman). [Online]. Tersedia di <https://www.kajianpustaka.com/2020/12/Raspberry-Pi.html> [diakses pada 16 Januari 2024].
- [7] H. Josua. 2020. High Resolution Thermal Camera with Raspberry Pi and MLX90640. [Online]. Tersedia di <https://makersportal.com/blog/2020/6/8/high-resolution-thermal-camera-with-raspberry-pi-and-mlx90640>. [diakses pada 15 Januari 2024]
- [8] J. Abdul. 2018. Robot Operating System (Ros) Dan Gazebo Sebagai Media Pembelajaran Robot Interaktif. *ILKOM* 10:3 284-289.
- [9] J. Park, R. Delgado and B. W. Choi. 2020. Real-Time Characteristics of ROS 2.0 in Multiagent Robot Systems: An Empirical Study. *IEEE Access* 8 154637-154651.
- [10] B. A. Asni, Amin, dan K. Mayda. 2021. Penerapan Metode Yolo Object Detection V1 Terhadap Proses Pendeteksian Jenis Kendaraan Di Parkiran. *JTE UNIBA* 6:1 194-199.
- [11] J. S. W. Hutauruk, T. Matulatan, and N. Hayaty. 2020. Deteksi Kendaraan secara Real Time menggunakan Metode YOLO Berbasis Android. *Sustainable* 9:1 8-14.

- [12] K. Patel, V. Patel, V. Parajati, D. Chauhan, A. Haji dan S. Degadwala. 2023. Safety Helmet Detection Using YOLO V8. *The 3rd International Conference on Pervasive Computing and Social Networking (ICPCSN)* 22-26.
- [13] S. Moechammad, M. Nailul. Agustus 2021. Implementasi Algoritma You Only Look Once (Yolo) Untuk Deteksi Korban Bencana Alam. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIK)* 8:4 787-792.
- [14] W. Gang, C. Yanfei, A. Pei, H. Hanyu, H. Jinghu, T. Huang. 2023. UAV-YOLOv8: A Small-Object-Detection Model Based on Improved YOLOv8 for UAV Aerial Photography Scenarios. *Sensors* 23:16.
- [15] H. Febrian and S. Ratna. 2017. Design and Realization of E-lock System using GSM Network. *Jurnal Elektro dan Telekomunikasi Terapan* 4:2 513-523.
- [16] J. Huang, et al. 2023. Solar panel defect detection design based on YOLO v5 algorithm. *Heliyon*, 9:8 e18826, doi: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18826>.
- [17] Q. Zhang, et al. 2023. Marine target detection for PPI images based on YOLO-SWFormer. *Alexandria Engineering Journal* 82 396-403, doi: <https://doi.org/10.1016/j.aej.2023.10.014>.
- [18] S. Koga et al. 2024. Optimizing Food Sample Handling and Placement Pattern Recognition with YOLO: Advanced Techniques in Robotic Object Detection. *Cognitive Robotics*. doi: <https://doi.org/10.1016/j.cogr.2024.01.001>