

DESAIN DAN REALISASI *MOBILE ROBOT* MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIC UNTUK MENGHINDARI *OBSTACLE*

DESIGN AND REALIZATION OF *MOBILE ROBOT* USING ULTRASONIC SENSOR FOR *OBSTACLE AVOIDANCE*

Mohammad Fakry Abdul Ghani¹, Agung Nugroho Jati², Erwin Susanto Ph.D.³

^{1,2}Prodi S1 Sistem Komputer, Fakultas Teknik, Universitas Telkom Bandung

³Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Telkom Bandung

¹fakryabdulghani@gmail.com, ²agungnj@telkomuniversity.ac.id, ³erwinelektro@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Pada penelitian ini, digunakan 3 sensor dan kamera pada bagian depan untuk menghindari hambatan dan sistem gerak robot menggunakan motor dc berdasarkan program kondisional yang ditanamkan pada robot maupun perintah dari operator serta *raspberry pi* yang digunakan sebagai pengolah data. Pada desain mekanik *mobile robot* menggunakan *caterpillar* agar gerak *mobile robot* fleksibel. *Mobile robot* berhasil menghindari hambatan dengan program kondisional sesuai dengan area yang dilalui.

Kata Kunci : *Mobile Robot, Caterpillar, Sensor Ultrasonik*

Abstract

In this research, three Sensors and a camera are installed at the front part of the robot to avoid obstacles and a DC motor is used in the robot's movement mechanism based on the conditional program embedded in the robot and can also be controlled by the operator, while data processing is done using a raspberrypi. In the mechanical design, caterpillar is used to make the mobile robot's movement flexible. The mobile robot succeeds in avoiding obstacles with the conditional program based on the area traversed.

Key words : *Mobile robot, Caterpillar, Ultrasonic sensor*

1. Pendahuluan

Kemampuan yang harus dimiliki *mobile robot* yang akan digunakan area *outdoor*, yaitu mobilitas, membaca informasi lingkungan dan mengatasi hambatan yang ada pada lingkungan[1]. Mobilitas *mobile robot* mempengaruhi kinerja robot dalam melalui lingkungannya. Pada penelitian ini, *mobile robot* menggunakan model *tracked vehicle* dengan tapak *caterpillar*. karena permukaan tapak *caterpillar* yang bersentuhan secara terus menerus menyebabkan koefisien gesek semakin besar dan cengkraman pada permukaan medan menjadi lebih baik [2].

Menghindari hambatan (*obstacle avoidance*) secara otomatis merupakan tujuan dari pergerakan *mobile robot*. Mengetahui informasi lingkungan dengan bantuan sensor, menjadi aspek yang sangat penting. Pada penelitian ini, akan menggunakan 3 sensor jarak. Karakteristik sensor masih rentan terhadap gangguan atau *noise*, oleh karena itu, untuk mengatasi masalah ini, menggunakan lebih dari satu sensor atau menambah jenis sensor agar mendapatkan akurasi data yang lebih baik[9]. *Artificial intelligent* termasuk salah satu yang digunakan juga untuk menghindari hambatan, dengan ditanamkannya sistem ini pergerakan robot lebih baik dalam mengatasi hambatan[8]. Sensor Ultrasonik salah satu sensor yang banyak digemari, karena memiliki akurasi yang cukup akurat dalam membaca *obstacle*, sensor ini mampu memberikan pengetahuan lingkungan yang cukup jelas kepada robot[5].

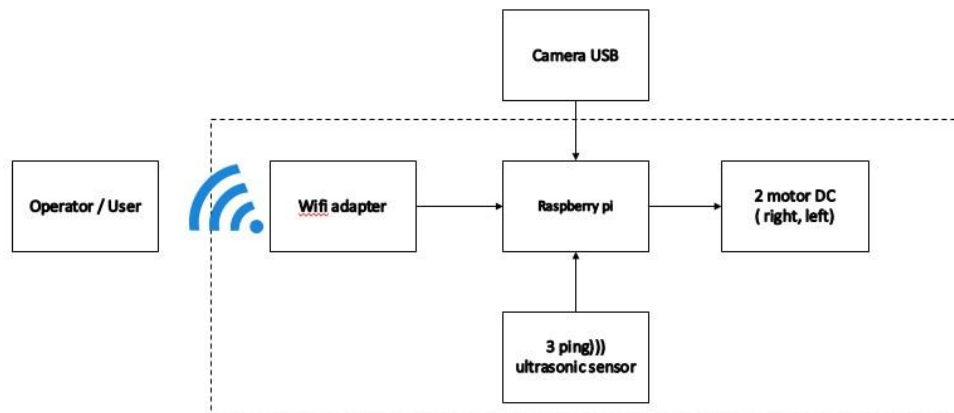
Navigasi merupakan proses kontrol dari pergerakan robot dari titik awal hingga akhir. *Localization* dan *map making* salah satu kategori dari navigasi yang menggunakan sensor untuk menginformasikan posisi terbaru *mobile robot*[1]. Pada jurnal ini, digunakan 3 sensor ultrasonik untuk mendeteksi dan menghindari objek agar pergerakan *mobile robot* sesuai dengan lingkungan. Selain sensor dan lainnya, penggunaan *remote control* sebagai input untuk pergerakan *mobile robot* yang termasuk kedalam kategori *semi-autonomous navigation* [4].

2. Metodologi

2.1 Deskripsi Umum Sistem

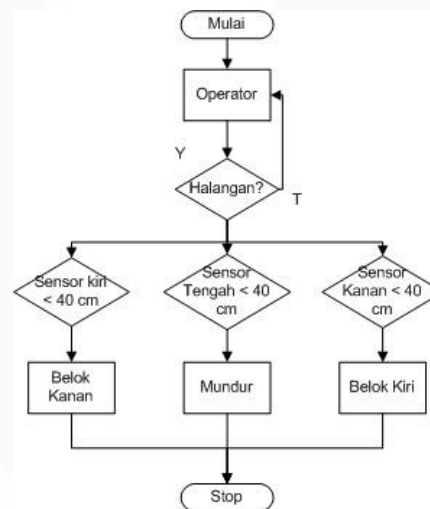
Pada penelitian ini, sistem *mobile robot* yang dibuat terdiri dari *raspberry pi* berperan sebagai pengolah *input* dari lingkungan dan menghasilkan *output* untuk pergerakan robot, 3 sensor ultrasonik

jenis ping))) untuk mengetahui keberadaan *obstacle*, *Wifi adapter* jalur komunikasi antara mobile robot dan operator, *Camera USB* untuk visualisasi, dan 2 motor dc (motor kiri dan kanan) agar *mobile robot* bergerak sesuai perintah yang diberikan. Berikut gambar blok diagram dari sistem *mobile robot*.



Gambar 1 Blok diagram dari *mobile robot*

Pergerakan *mobile robot* ditentukan oleh perintah *operator* dan program kondisional ketika mendeteksi *obstacle*. Pada program kondisional terdiri dari tiga kemungkinan *obstacle* terdeteksi yaitu, pada samping kiri dan kanan serta dari arah depan. Ketika *obstacle* terdeteksi arah kiri maka pergerakan *mobile robot* ke arah kanan, *obstacle* terdeteksi dari arah kanan pergerakan mobile robot ke arah kiri, dan *mobile robot* bergerak mundur ketika mendeteksi *obstacle* dari arah depan. Berikut *flow chart* sistem keseluruhan.



Gambar 2 flow chart sistem

Flow chart sistem menunjukkan bahwa, awal mula robot bergerak di inialisasi oleh operator dan ketika ada halangan sesuai dengan program kondisional pada sensor maka respon robot akan bergerak sesuai dengan lingkungannya.

2.2 Desain dan Realisasi Sistem Mekanik *Mobile Robot*

Desain mekanik *chassis* Rover 5 dari Dagu Elektronik dipilih berdsarkan dari jenis penggerak yang dimiliki. Tapak *caterpillar* yang memiliki fleksibilitas terhadap berbagai macam permukaan medan menjadi tolak ukur agar *mobile robot* bisa bergerak secara konstan. Berikut spesifikasi sasis mobile robot :

- a. Panjang : 245 mm
- b. Tinggi : 74 mm

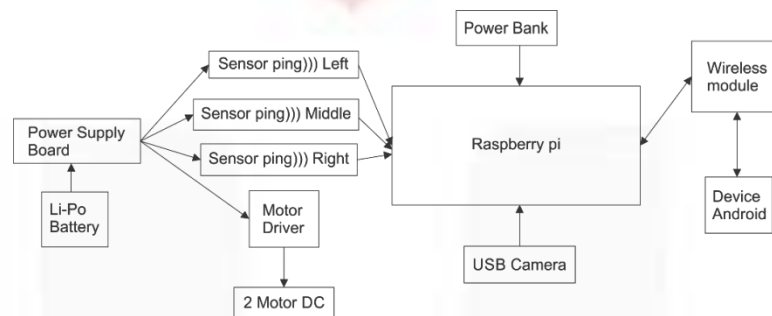
- c. Lebar :225 mm
- d. Torsi : 10 Kg/cm
- e. Kecepatan : 25 cm/s

Berikut ini adalah gambar desain dan realisasi mobile robot.



Gambar 4 Realisasi dari mobile robot

2.3 Desain Perangkat Keras



Gambar 6 Desain Perangkat Keras

Pada mobile roobt ini digunakan beberapa komponen pendukung untuk robot agar bisa menjalankan tugas nya dengan baik antara lain:

a. *Raspberry pi*

Raspberry pi digunakan sebagai otak pada sitem *mobile robot* yang akan menjalankan instruksi dari operator menggunakan *device* berbasis platform android sebagai sistem kontrol dan *monitoring*, selain itu *raspberry pi* mengolah data sensor untuk mendeteksi jarak. Kamera USB terhubung dengan *single board* ini agar dapat menjalankan sistem *monitoring* yang ada pada operator, dan 2 buah motor yang terhubung dengan *motor driver* serta *raspberry pi* untuk membantu robot bergerak[3].

Pada penelitian ini digunakan *raspberry pi* tipe B. berikut spesifikasi dari *single board* tersebut :

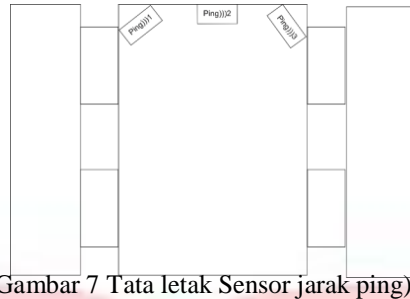
- CPU, 700 MHz ARM1176-JZFS
- GPU, Broadcom Video Core IV
- Memory, 256MB LPDDR2-800
- Video, HDMI dan composite
- Audio, HDMI dan stereo analog
- USB, 2x USSB 2.0 (model B)
- Storage, SD Card
- Networking, 10/100 Ethernet
- Power, 5V micro USB

b. Sensor jarak ultrasonik ping))

Sensor jarak yang digunakan adalah jenis *parallax ping))*, mempunyai kemampuan membaca jarak antara 2 cm hingga 3 meter, dan mampunyai pin I/O yang bisa langsung terhubung dengan pin I/O mikrokontroler. Pin I/O terdiri dari pin Signal untuk data, VCC untuk daya, dan Ground, sedangkan transmitter dan receiver terdiri dari *chrip* sebagi pengirim dan *Echo* sebagai penerima sinyal ultrasonik.

Sensor ping))) berkerja dengan memancarkan sebuah gelombang ultrasonik dan mengashilkan pulsa *output* yang merupakan cerminan dari waktu pantulan sinyal ultrasonik yang terbaca oleh sensor kembali. c. Tata letak sensor jarak ultrasonik ping)))

Sensor jarak ping))) diletakkan di bagian depan robot, dibagi menjadi 3 sensor, samping kiri, tengah, samping kanan. Menggunakan sensor lebih dari satu buah bertujuan untuk meng-cover seluruh bagian depan robot agar tidak terjadi tabrakan dengan *obstacle* yang ada di hadapannya.



Gambar 7 Tata letak Sensor jarak ping)))

d. Motor Driver

Modul driver double H-bridge menggunakan IC ST L298N *dual full-bridge*. Driver ini bekerja dengan membalikan polaritas pada motor, dan juga membalikan arah ketika motor berbelok. Dengan bantuan modul menggunakan IC ini memungkinkan untuk mengatur kecepatan pada motor.

e. Motor DC

Menggunakan produk dari Teco Elektronik dengan standar tegangan catu daya 7.2 volt, tahanan arus pada motor 2.5 A, torsi sebesar 10Kg/cm, memiliki kecepatan 1 Km/hr

f. Catu Daya

Pada robot ini menggunakan dua sumber catu daya, yaitu power bank dengan output tegangan sebesar 5V , dan Li-Po battery dengan tegangan keluaran 11,4 V. power bank digunakan ntuk memberikan daya kepada *raspberry pi*, sedangkan Li-Po digunakan untuk memberikan daya kepada *motor driver, motor dc*.

g. Modul wireless

Menggunakan *wireless N* USB adapter series TL-W22N dari TP-Link untuk mendukung jalur komunikasi *operator* dan *robot*.

h. Kamera USB

Kamera digunakan sebagai alat monitoring untuk *operator* agar bias mengetahui visualisasi lingkungan *robot*.

i. Android device

Alat yang digunakan sebagai *remote* kontrol dari robot agar bias memberikan perintah dan memantau kondisi sekitar *robot* dengan berbasiskan *platform android*.

3. Pengujian Sistem dan Analisis

3.1 Pengujian Setiap Sensor terhadap obstacle

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui respon motor pada *mobile robot* ketika objek benda terdeteksi oleh sensor jarak yang digunakan. Objek benda yang dideteksi tegak lurus dengan arah masing-masing sensor, pengujian dilakukan sepuluh kali percobaan tiap sensor dan diambil nilai rata-rata pada saat sensor mendeteksi objek dan *mobile robot* merespon dengan motor dc yang digunakan untuk menentukan arah robot bergerak.

Pada pengujian ini ketika mendeteksi objek berjarak 40 cm, 30 cm, dan 20 cm. Nilai deteksi jarak diambil berdasarkan jarak ideal dengan besar dimensi *mobile robot* untuk menghindari objek yang menghalangi pergerakannya. *Mobile robot* akan bergerak mundur ketika sensor tengah mendeteksi, bergerak ke kanan ketika sensor kiri mendeteksi dan bergerak ke kiri ketika sensor kanan mendeteksi. Berikut tabel nilai dari pengujian.

Tabel 1 Pengujian pertama setiap sensor dengan nilai deteksi 40 cm

Pengujian ke-	Sensor Kiri	Sensor Tengah	Senasor Kanan
1.	32 cm	30 cm	36 cm
2.	29 cm	30 cm	31 cm
3.	31 cm	27 cm	37 cm
4.	31 cm	26 cm	31 cm
5.	30 cm	30 cm	36 cm
6.	Error	28 cm	33 cm
7.	29 cm	28 cm	34 cm
8.	26 cm	32 cm	35 cm
9.	37 cm	28 cm	32 cm
10.	28 cm	27 cm	33 cm
Nilai rata-rata	27.3 cm	28.6 cm	33.8 cm

Tabel 2 Pengujian pertama setiap sensor dengan nilai deteksi 30 cm

Pengujian ke-	Sensor Kiri	Sensor Tengah	Senasor Kanan
1.	18 cm	15 cm	28 cm
2.	19 cm	23 cm	18 cm
3.	20 cm	Error	25 cm
4.	25 cm	32 cm	24 cm
5.	27 cm	25 cm	28 cm
6.	25 cm	27 cm	27 cm
7.	24 cm	18 cm	27 cm
8.	18 cm	23 cm	22 cm
9.	27 cm	24 cm	19 cm
10.	27 cm	27 cm	26 cm
Nilai rata-rata	23 cm	21.4 cm	24.4 cm

Tabel 3 Pengujian pertama setiap sensor dengan nilai deteksi 20 cm

Pengujian ke-	Sensor Kiri	Sensor Tengah	Senasor Kanan
1.	12 cm	8 cm	18 cm
2.	16 cm	20 cm	11 cm
3.	21 cm	error	10 cm
4.	5 cm	8 cm	16 cm
5.	11 cm	15 cm	16 cm
6.	15 cm	8 cm	15 cm
7.	9 cm	10 cm	15 cm
8.	11 cm	Error	16 cm
9.	18 cm	9 cm	24 cm
10.	11 cm	14 cm	12 cm
Nilai rata-rata	12.9 cm	9.2 cm	15.3 cm

Pada hasil pengujian diatas, setiap sensor menunjukkan selisih antara nilai deteksi pada program dan nilai deteksi yang terukur. Antara lain:

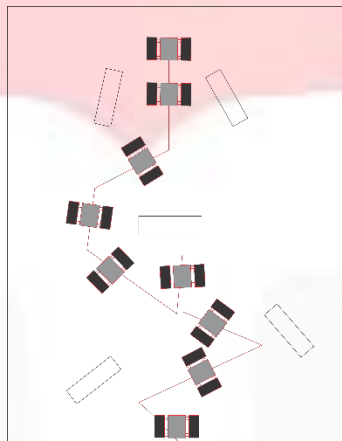
- a. Untuk nilai deteksi jarak 40 cm pada program, sensor kiri memiliki selisih 27.3 cm, sensor tengah 28.6 cm, dan sensor kanan 33.8 cm
- b. Untuk nilai deteksi jarak 30 cm pada program, sensor kiri memiliki selisih 23 cm, sensor tengah 21.4 cm, dan sensor kanan 24.4 cm
- c. Untuk nilai deteksi jarak 20 cm pada program, sensor kiri memiliki selisih 12.9 cm, sensor tengah 9.2 cm, dan sensor kanan memiliki 15.3 cm.

Analisis yang bisa diambil dari hasil pengujian ini adalah jarak aman untuk menghindari objek yang menghalangi pergerakan robot yaitu pada nilai deteksi jarak 40 cm, meskipun memiliki selisih rata 10 cm tetapi keadaan dilapangan jarak tersebut membuat pergerakan *mobile robot* lebih aman untuk menghindari objek yang ada di hadapannya. Berikut grafik nilai deteksi dan respon motor.

3.2 Pengujian robot terhadap obstacle

Pengujian ini, melihat respon motor pada *robot* ketika sensor membaca halangan yang ada di hadapannya. Respon motor terdiri dari :

- *Obstacle* bagian depan respon robot akan bergerak mundur
 - *Obstacle* terdeteksi oleh sensor kiri respon robot akan bergerak ke arah kanan
 - *Obstacle* terdeteksi oleh sensor kanan respon robot akan bergerak ke arah kiri
- Berikut sketsa respon robot terhadap obstacle.



Gambar 8 Sketsa respon mobile robot terhadap obstacle

Pada pengujian ini lebih diutamakan respon pergerakan *mobile robot* terhadap *obstacle*, dengan tata letak sensor yang di setting sebelumnya, *mobile robot* dapat menghindari *obstacle* dengan hasil yang tertera pada garis merah diatas. Keseluruhan robot dapat bergerak dan menghindari *obstacle*

5. Kesimpulan

Dari hasil pengujian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa, Desain dan realisasi *mobile robot* sudah berhasil untuk mendeteksi *obstacle* yang ada di hadapan robot. Sistem kontrol gerak robot dan *monitoring* berjalan dengan baik dan ditandai dengan respon terhadap pergerakan robot yang sesuai dengan keadaan lingkungan. Ada selisih dengan nilai rata-rata 10 cm, meskipun demikian itu merupakan jarak aman untuk menghindari hambatan. Pergerakan *robot* ketika menghadapi *obstacle* sudah sesuai prosedur yang dibuat pada sistem gerak *robot*. Terbukti pada sketsa diatas *robot* berhasil melalui *obstacle* yang ada pada lingkungannya. Untuk pengembangan berikutnya, ditambahkan sistem *fuzzy logic* pada sensor ultrasonik agar pergerakan *mobile robot* lebih halus ketika menghindari hambatan.

Daftar Pustaka :

- [1] Siegwart, Roland dan Nourbakhsh, Illah.R.2004.*Introduction to Autonomous Mobile Robots*.Massachusetts Institute of Technology.
- [2] Sandin, Paul E.2003.*Robot Mechanisms and Mechanical Device Illustrated*.United States of America : McGraw-Hill
- [3] Monk, Simon.2014.*Raspberrypi Cookbook*.United States of America : O'Reilly
- [4] J.B. Park.,B.H. Lee.,M.S. Kim.*Remote Control of Mobile Robot Using Distance-Based Reflective Force*.International Conference on Robotics & Automation : IEEE.2003:3415

- [5] Sonali K.Kalmegh., Dhamesh H. Samura.,Nishant .M.Rasegaonkar.2010.*Obstacle Avoidance for a Mobile Robot using a single ultrasonic range sensor*.Emerging Trends in Robotics and Communication Technologies IEEE.2010:8-11
- [6] Tan Tiong Ceng.,Mauhyuddin, Muhammad Nasirudin.*Implementation of Behaviour-Based mobile robot for Obstacle Avoidance Using a single Ultrasonic Sensor*.Innovative Technologies in Intellgent System and Industrial Application.IEEE.2009 : 244-248
- [7] SHI Xiaoyan.,Zhu Longji.*Design of Intelligent Wheeled Robot Based on Multi-sensors*.Conference on Digital Manufacturing & Automation IEEE.2011:397
- [8] Yi Jincong.,Zhang Xinping.,Ning Zhengyuan.,Huang Quanzhen.2009.*Intelligent robot Obstacle Avoidance System Based on Fuzzy Control*.Information Science and Engineering(ICISE).IEEE.2009:3812-2815
- [9] R. Murphy, Robin.2000.*Introductin to AI Robotics*. Massachusetts Institute of Technology.
- [10] Koh Dooyeol.,Hyun Kyunghak., Kim Soohyun.2009.*Design of Multi-joint Tracked Robot for adaptive Uneven Terrain Driving*.International Conference Autonomous Robots and Agent.IEEE.2009:464-469

