

SKRIPSI

**IMPLEMENTASI *HUMAN-MACHINE INTERACTION*
PADA *SERVICE ROBOT* BERBASIS INTEGRASI
PERSEPSI DAN NAVIGASI**



**Disusun untuk Memenuhi Syarat Mendapatkan Gelar Sarjana Teknik pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya**

OLEH :

AHMAD KARIM ABDURRAHMAN IZWANDA

03041282025063

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2024

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI *HUMAN-MACHINE INTERACTION* PADA *SERVICE ROBOT* BERBASIS INTEGRASI PERSEPSI DAN NAVIGASI



SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada
Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Sriwijaya

Oleh

AHMAD KARIM ABDURRAHMAN IZWANDA
NIM. 03041282025063

Indralaya, 15 Juli 2024

Menyetujui

Dosen Pembimbing

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Elektro



Muhammad Abu Bakar Sidik, S.T. M.Eng. Ph.D., IPU

NIP. 108141999031005

Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti.

S.T., M.S., IPM.

NIP. 198407302008122001

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ahmad Karim Abdurrahman Izwanda

NIM : 03041282025063

Fakultas : Teknik

Jurusan/Prodi : Teknik Elektro

Universitas : Universitas Sriwijaya

Hasil Pengecekan *Software iThenticate/Turnitin* : $\frac{1}{9}$

Menyatakan bahwa laporan hasil penelitian Saya yang berjudul “Implementasi *Human-Machine Interaction* pada *Service Robot* Berbasis Integrasi Persepsi dan Navigasi” merupakan hasil karya sendiri dan benar keasliannya. Apabila ternyata dikemudian hari ditemukan unsur penjiplakan/plagiat dalam karya ilmiah ini, maka Saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini Saya buat dengan sebenarnya dan tanpa paksaan.

Indralaya, 11 Juli 2024



Ahmad Karim Abdurrahman Izwanda

NIM. 03041282025063

HALAMAN PERNYATAAN DOSEN

Saya sebagai pembimbing menyatakan bahwa telah membaca dan menyetujui skripsi ini dan dalam pandangan saya skop dan kuantitas skripsi ini mencakupi sebagai mahasiswa sarjana strata satu (S1).

Tanda Tangan

:  _____

Pembimbing Utama

: Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti. S.T., M.S., IPM.

Tanggal

: 15/Juli/2024

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Ahmad Karim Abdurrahman Izwanda
NIM : 03041282025063
Jurusan : Teknik Elektro
Fakultas : Teknik
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right)** atas karya ilmiah Saya yang berjudul:

***IMPLEMENTASI HUMAN-MACHINE INTERACTION PADA SERVICE
ROBOT BERBASIS INTEGRASI PERSEPSI DAN NAVIGASI***

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tulisan saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Indralaya

Pada tanggal : 11 Juli 2024



Ahmad Karim Abdurrahman Izwanda

NIM. 03041282025063

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT. Atas Berkat dan dan Rahmat-Nya serta dukungan keluarga dan para sahabat penulis dapat menyelesaikan skripsi "Implementasi *Human-Machine Interaction* pada *Service Robot* Berbasis Integrasi Persepsi dan Navigasi". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam meraih gelar Sarjana di Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya. Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa tidak sedikit jasa dan bantuan yang penulis peroleh dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Mama dan papa yang selalu membantu saya dengan memberikan doa, dukungan, dan motivasi dalam setiap langkah saya dalam menyelesaikan studi
2. Ibu Dr. Eng. Ir. Suci Dwijayanti. S.T., M.S., IPM. Sebagai pembimbing tugas akhir yang telah memberikan saya bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga dalam penulisan skripsi ini
3. Bapak Dr. Ir. Bhakti Yudho Suprpto, S.T., M.T., IPM. Sebagai pembimbing akademik serta pembina Klub Robotika yang telah memberikan saya solusi dalam menyelesaikan permasalahan akademik maupun non akademik.
4. Tim servis robot, yaitu saudara Fahreza, Akmal, Syauqi, Arif, dan Iyan yang telah membantu saya dalam menyelesaikan skripsi ini dengan baik dan tepat waktu.
5. Klub Robotika Universitas Sriwijaya yang telah memberikan saya pengalaman yang sangat berharga yaitu dengan adanya Kontes Robot Indonesia
6. Rekan-rekan lain yang tidak saya sebut satu persatu yang telah memberikan kontribusi dalam kelancaran penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, saran dan kritik membangun dari semua pihak sangat diharapkan untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Akhir kata, semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan kontribusi yang positif bagi pengembangan ilmu pengetahuan di bidang (sebutkan bidang ilmu yang relevan). Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Inderalaya, 25 Juni 2024



Ahmad Karim Abdurrahman Izwanda

03041282025063

ABSTRAK

Implementasi *Human-Machine Interaction* pada *Service Robot* Berbasis Integrasi Persepsi dan Navigasi

(Ahmad Karim Abdurrahman Izwanda, 03041282025063, 2024, 80 halaman)

Abstrak— Sistem yang digunakan pada servis robot terbagi menjadi beberapa subsistem dalam menjalankan tugasnya untuk melayani manusia. Subsistem itu dapat berupa kemampuan penginderaan serta aksi seperti yang dilakukan manusia pada umumnya. Masing-masing subsistem diperlukan sebuah pengintegrasian sehingga service robot dapat bekerja. Subsistem yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari sistem navigasi, persepsi, dan komunikasi. Sistem navigasi menggunakan *timed elastic band* (TEB *Local Planner*), Sistem persepsi yang digunakan yaitu menggunakan model pelatihan convolutional neural network (CNN) dengan arsitektur VGG19 untuk pendeteksian wajah dan model pelatihan you only look once (YOLOv8), dan Sistem komunikasi yang digunakan menggunakan algoritma *transformers* dengan model *whisper* untuk *speech to text*, dan *google text to speech* (GTTS) untuk *text to speech*. Pengujian sistem terintegrasi ini dilakukan di dalam Laboratorium Kendali dan Robotika Universitas Sriwijaya dalam melakukan pengambilan objek, bersalaman, serta berkomunikasi dengan melakukan beberapa percobaan secara *real-time*. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa tingkat kesuksesan sistem terintegrasi dalam melakukan pengambilan objek, bersalaman, dan berkomunikasi secara berurutan dengan persentase sebesar 40%, 70%, dan 75%. Hasil persentase percobaan pengambilan barang didapatkan sangat kecil karena sistem persepsi objek hanya dapat mendeteksi botol dan cangkir, sedangkan objek gelas dan solder belum dapat dideteksi. Sistem persepsi wajah yang digunakan belum baik karena adanya kesamaan ciri wajah yang dideteksinya, sehingga percobaan secara *real-time* masih belum akurat. Sistem navigasi yang digunakan berhasil dengan persentase 100% dalam bernavigasi dalam laboratorium, sehingga dapat disimpulkan bahwa sistem navigasi yang digunakan dapat bekerja dengan baik di dalam laboratorium.

Kata kunci: *service robot, navigasi, persepsi, komunikasi, CNN, YOLOv8, whisper, GTTS, transformers, timed elastic band*

ABSTRACT

Implementation of Human-Machine Interaction on Service Robots Based On Integration of Perception and Navigation

(Ahmad Karim Abdurrahman Izwanda, 03041282025063, 2024, 80 pages)

Abstract— The system used in service robot is divided into several subsystems in carrying out its duties to serve humans. This subsystem can be in the form of sensing abilities and actions like those carried out by humans in general. Each subsystem requires integration so that the service robot can work. The subsystems used in this research consist of navigation, perception and communication systems. The navigation system uses a timed elastic band (TEB Local Planner), the perception system used uses a convolutional neural network (CNN) training model with VGG19 architecture for face detection and a you only look once (YOLOv8) training model, and the communication system used uses a transformers algorithm with a whisper model for speech to text, and google text to speech (GTTS) for text to speech. Testing of this integrated system was carried out in the Sriwijaya University Control and Robotics Laboratory by retrieving objects, shaking hands and communicating by carrying out several real-time experiments. The results obtained show that the success rate of the integrated system in retrieving objects, shaking hands and communicating sequentially is 40%, 70% and 75%. The percentage of retrieving object trials was very small because the object perception system could only detect bottles and cups, while glass and solder objects could not be detected. The facial perception system used is not good because the facial features it detects are similar, so real-time experiments are still not accurate. The navigation system used was successful with a percentage of 100% in navigating in the laboratory, so it can be concluded that the navigation system used can work well in the laboratory.

Keywords: *service robot, navigation, perception, communication, CNN, YOLOv8, whisper, GTTS, transformers, timed elastic band*

DAFTAR ISI

COVER DEPAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS	iii
HALAMAN PERNYATAAN DOSEN.....	iv
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah.....	3
1.5 Keaslian Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 <i>State of The Art</i>	6
2.2 <i>Sensor Fusion</i>	13
2.3 Sensor Persepsi	15
2.3.1 Pengenalan Objek	15
2.3.1.1 <i>Convolutional Neural Network (CNN)</i>	15
2.3.1.2 <i>You Only Look Once (YOLO)</i>	17
2.3.2 <i>Speech Recognition</i>	17
2.3.2.1 <i>Speech-to-text</i>	17
2.3.2.2 <i>Text-to-speech</i>	18
2.4 Navigasi	18
2.4.1 <i>Simultaneous Localization and Mapping (SLAM)</i>	19

2.4.2	<i>Adaptive Monte Carlo Localization (AMCL)</i>	19
2.4.3	<i>Path Planning</i>	20
2.4.3.1	<i>Timed Elastic Band</i>	21
2.4.3.2	<i>A-Star Algorithm</i>	22
2.5	<i>5-DOF Manipulator</i>	23
BAB III METODE PENELITIAN		24
3.1	Studi Literatur	24
3.2	Perancangan Sistem	25
3.2.1	Perancangan Sistem Komunikasi	27
3.2.2	Perancangan Sistem Navigasi	28
3.2.3	Perancangan Sistem Persepsi	29
3.2.4	Perancangan Software	30
3.2.5	Perancangan <i>Hardware</i>	31
3.2.5.1	Pengendali Utama	32
3.2.5.2	Mikrokontroler	32
3.2.5.2.1	Arduino Mega 2560	32
3.2.5.2.2	Arduino Nano	33
3.2.5.3	Kamera	34
3.2.5.4	<i>Rotary Encoder Omron</i>	34
3.2.5.5	IMU MPU6050	35
3.2.5.6	RPLiDAR A3	35
3.2.5.7	Dynamixel AX-18A Board	36
3.2.5.8	<i>Microphone</i>	36
3.2.5.9	<i>BLDC Motor Driver</i>	37
3.2.5.10	<i>BTS7960 Motor Driver</i>	37
3.2.5.11	<i>Hoverboard BLDC Motor</i>	38
3.2.5.12	<i>Power Window Motor</i>	38
3.2.5.13	<i>Worm Gear Motor</i>	39
3.2.5.14	Servo HS-805 MG	39
3.2.5.15	<i>Speaker</i>	40
3.2.5.16	Sensor <i>Sharp</i>	40
3.3	Pengimplementasian Algoritma <i>Service Robot</i>	42

3.3.1	Algoritma <i>Service Robot</i> Mengambil Objek	42
3.3.2	Algoritma <i>Service Robot</i> Bersalaman	44
3.3.3	Algoritma <i>Service Robot</i> Berkomunikasi	45
3.4	Pengujian Sistem	46
BAB IV	PEMBAHASAN	47
4.1	Hasil Perancangan <i>Service Robot</i>	47
4.2	Hasil Perancangan Sistem <i>Service Robot</i>	49
4.2.1	Hasil Perancangan Sistem Komunikasi	49
4.2.2	Hasil Perancangan Sistem Navigasi	50
4.2.3	Hasil Perancangan Sistem Persepsi	54
4.2.4	Perancangan Algoritma Utama	55
4.3	Pengujian Algoritma <i>Service Robot</i>	59
4.3.1	Pengujian Pengambilan Objek	59
4.3.2	Pengujian Robot Bersalaman	67
4.3.3	Pengujian Robot Berkomunikasi	70
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	79
5.1	Kesimpulan	79
5.2	Saran	80
	DAFTAR PUSTAKA	81
	LAMPIRAN	86
	LAMPIRAN KHUSUS	94

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Home service robot</i> [22].....	6
Gambar 2.2 Posisi pemasangan kamera [22]	7
Gambar 2.3 Informasi halangan bagian bawah [22]	7
Gambar 2.4 Desain servis robot [17]	8
Gambar 2.5 Diagram alir servis robot [17]	9
Gambar 2.6 Lintasan <i>path planning</i> menuju titik tujuan [17].....	10
Gambar 2.7 <i>Mobile robot platform</i> (Pepper dan HSR) [23]	10
Gambar 2.8 Skema diagram alir dari <i>framework</i> persepsi visual [23].....	11
Gambar 2.9 Arsitektur <i>hardware</i> [24]	12
Gambar 2.10 Klasifikasi <i>filtering</i> pada sistem navigasi [26].....	15
Gambar 2.11 Tahapan Arsitektur CNN [29].....	16
Gambar 2.12 Sistem pendeteksiian menggunakan YOLO [31].....	17
Gambar 2.13 Hasil <i>mapping</i> menggunakan LiDAR [35]	19
Gambar 2.14 Pembagian metode <i>path planning</i> [37]	21
Gambar 2.15 <i>Path planning</i> TEB secara lokal.....	22
Gambar 2. 16 5-DOF <i>arm manipulator</i> [40].....	23
Gambar 3.1 Diagram alir tahapan penelitian	24
Gambar 3.2 Desain robot servis	25
Gambar 3. 3 Peletakan komponen pada <i>service robot</i>	26
Gambar 3.4 Perancangan sistem komunikasi.....	27
Gambar 3.5 Perancangan sistem navigasi.....	28
Gambar 3.6 Perancangan sistem persepsi	29
Gambar 3.7 Perancangan <i>software service robot</i>	30
Gambar 3.8 Perancangan <i>hardware</i> servis robot.....	31
Gambar 3.10 Arduino Mega 2560	33
Gambar 3.11 Arduino Nano.....	34
Gambar 3.13 Kamera Logitech B525	34
Gambar 3.14 Omron <i>Rotary Encoder</i>	35
Gambar 3.15 MPU6050	35
Gambar 3.16 RPLiDAR A3	36

Gambar 3.17 Dynamixel AX-18A	36
Gambar 3.18 Microphone RODE VIDEO MICRO	37
Gambar 3.19 BLDC <i>Motor Driver</i>	37
Gambar 3.20 BTS7960 <i>motor driver</i>	38
Gambar 3.21 <i>Hoverboard</i> BLDC Motor.....	38
Gambar 3.22 <i>Power window motor</i>	39
Gambar 3.23 Worm Gear Motor	39
Gambar 3.24 Servo HS-805MG.....	40
Gambar 3. 25 <i>Speaker</i> Audio	40
Gambar 3. 26 Sensor <i>Sharp</i>	41
Gambar 3.27 Algoritma pengambilan objek.....	42
Gambar 3.28 Algoritma pengambilan objek.....	43
Gambar 3.29 Algoritma robot bersalaman.....	44
Gambar 3.30 Algoritma robot berkomunikasi	45
Gambar 4. 1 Hasil <i>service robot</i> yang telah dibuat.....	47
Gambar 4.2 Kepala <i>service robot</i>	48
Gambar 4. 3 Badan <i>service robot</i>	48
Gambar 4. 4 Bagian kaki <i>service robot</i>	49
Gambar 4. 5 Contoh respon robot bila pernyataan ada di dalam <i>dataset</i>	50
Gambar 4. 6 Contoh respon robot menggunakan API Gemini	50
Gambar 4. 7 Posisi awal robot pada rviz (a) dan <i>real-time</i> (b).....	51
Gambar 4. 8 Posisi akhir robot pada rviz (a) dan <i>real-time</i> (b)	51
Gambar 4. 9 Peta lingkungan laboratorium Teknik Kendali dan Robotika.....	52
Gambar 4. 10 Posisi robot pada Rviz menggunakan AMCL.....	53
Gambar 4. 11 Robot melakukan navigasi dari titik awal (a) ke titik tujuan (b)....	54
Gambar 4. 12 Hasil pendeteksian dan pengenalan wajah (a) dan objek (b)	55
Gambar 4. 13 <i>Arm robot</i> dalam posisi <i>standby</i> (a) dan mengambil barang (b)....	55
Gambar 4. 14 Jalur pengiriman data pada algoritma utama.....	56
Gambar 4. 15 Posisi benda ideal	59
Gambar 4. 16 Pendeteksian objek botol (a) dan pendeteksian objek cangkir.....	66

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Spesifikasi Laptop.....	32
Tabel 4. 1 ROS <i>Topics</i>	57
Tabel 4. 2 Hasil pengujian pengambilan objek.....	60
Tabel 4. 3 Hasil pengujian robot bersalaman.....	67
Tabel 4.4 Hasil pengujian robot menyapa.....	70
Tabel 4. 5 <i>Dataset</i> respon robot terhadap perintah	71
Tabel 4. 6 Hasil pengujian berkomunikasi berdasarkan <i>dataset</i>	72
Tabel 4.7 Teks transkripsi yang dikirim ke API Gemini	74
Tabel 4. 8 Percobaan berkomunikasi menggunakan API Gemini	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi telah membawa perubahan pada berbagai bidang, termasuk bidang robotika. Salah satu jenis robot yang terus dikembangkan hingga saat ini adalah *service robot* [1]. *Service robot* merupakan sebuah mesin pintar yang dapat melaksanakan tugasnya seperti halnya pelayan dalam memenuhi permintaan, sehingga memungkinkan untuk menggantikan peran manusia dalam menyediakan pelayanan di berbagai aspek kehidupan, seperti pada sektor industri, pendidikan, wisata, serta sosial [2].

Service robot bekerja dengan mengintegrasikan berbagai subsistem kontrol [3] yang dapat saling berkoordinasi satu sama lain dalam melaksanakan tugasnya. Subsistem tersebut dapat berupa sistem pengendalian yang terdapat pada lengan, kaki, kepala, dan semua panca indera (sensor) sehingga memungkinkan *service robot* berperilaku seperti halnya manusia pada umumnya, seperti melihat, mengenali objek [4], mendengar, berbicara [5], melakukan navigasi [6], dan melakukan aksi lainnya. Aksi-aksi tersebut dapat terlaksana dengan adanya dukungan dari berbagai metode tentang persepsi *service robot* terhadap lingkungannya, seperti *natural language processing*, *reinforcement learning*, *machine learning and behaviors*, dan *neural networks* [7].

Pada penelitian-penelitian sebelumnya, persepsi dari *service robot* dibahas secara terpisah. Pada penelitian yang dilakukan Shradda membahas mengenai kemampuan visual sebuah robot dalam melakukan pengenalan serta *tracking* sebuah objek yang menggunakan algoritma *convolutional neural network* (CNN) [8]. Penelitian yang dilakukan oleh Shaji membahas mengenai *bounding box* untuk memberikan label suatu objek yang dikenali menggunakan algoritma YOLOv3 [9]. Penelitian yang dilakukan oleh Liu membahas mengenai *depth estimation* atau perkiraan jarak sebuah benda yang relatif terhadap sensor visual menggunakan algoritma YOLOv5 [10]. Selain klasifikasi objek, kemampuan robot untuk melihat juga berkaitan dengan kemampuan mengenali wajah. Pada penelitian yang

dilakukan Boris menjelaskan tentang pendeteksian emosi seseorang berdasarkan ekspresi wajah [11]. Pendeteksian serta ekstraksi ciri atau fitur sebuah wajah menggunakan algoritma *deep neural network* (DNN), lalu untuk prediksi emosi berdasarkan fitur tersebut menggunakan algoritma *support vector machine* (SVM). Penelitian yang dilakukan Yuxiang menjelaskan tentang pengenalan wajah serta jenis kelamin seseorang menggunakan algoritma CNN [12]. Sedangkan, penelitian lain berfokus pada kemampuan untuk berkomunikasi yang harus dimiliki *service robot*, yaitu pengenalan suara yang menggunakan algoritma *transformer* [13] dan pembicaraan menggunakan metode *voice cloning* berdasarkan model *improved high fidelity generative adversarial network* (HIFI-GAN) [14]. Kemampuan penting lain yang harus dimiliki oleh *service robot* adalah navigasi. Jiafeng dalam penelitiannya membahas mengenai cara mendapatkan trajektori sehingga sebuah *automated guided vehicle* (AGV) dapat mencapai titik tujuan menggunakan metode *path planning timed elastic band* (TEB) [15]. Selain itu, *service robot* juga perlu memiliki kemampuan untuk menggerakkan tangan. Xiuxing dalam penelitiannya menggunakan metode *fuzzy* untuk mengatur trajektori *end effector* dari sebuah manipulator [16].

Penelitian-penelitian di atas menunjukkan kerja dari robot hanya berdasarkan satu persepsi atau subsistem yang bekerja secara individual, padahal dalam menjalankan interaksi robot dan manusia harus ada integrasi antara persepsi dari sensor dan kontrol pergerakan robot. Integrasi ini sangat dibutuhkan karena perilaku manusia serta kondisi lingkungan sekitar tidak bisa diprediksi untuk kedepannya [17] sehingga dengan adanya integrasi ini kondisi yang tidak diinginkan dapat diminimumkan. Ada beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan integrasi sensor. Penelitian yang dilakukan oleh Hyunsoo menjelaskan tentang integrasi sensor visual menggunakan algoritma *mask R-CNN* untuk membedakan bentuk serta jenis objek (*object segmentation*) pada robot manipulator dengan kemampuan menggenggam suatu objek. Penelitian yang dilakukan oleh Arindam menjelaskan tentang sensor *fusion* dalam mendeteksi beberapa objek menggunakan kamera *monocular* dan radar yang berfungsi untuk meningkatkan keakuratan lokalisasi sebuah robot [18]. Namun, penelitian-penelitian ini masih belum membahas secara lengkap tentang proses kerja dari

penggabungkan sensor secara keseluruhan, baik pada persepsi robot, lokalisasi, dan navigasi.

Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan suatu sistem terintegrasi antara kemampuan persepsi robot dan navigasi sehingga interaksi antara robot dan manusia dapat terjadi. Tugas utama yang dilakukan oleh *service robot* pada penelitian ini meliputi kemampuan untuk berkomunikasi dua arah, mengenal objek, mengenal lingkungan sekitar, memiliki kemampuan navigasi, serta melakukan aksi, seperti mengangkat benda, berpindah tempat sesuai dengan tujuan yang diinginkan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, persepsi dan navigasi dari masing-masing subsistem pada *service robot* masih bekerja secara individu dan belum diintegrasikan. Namun, *service robot* perlu mengintegrasikan semua kemampuan persepsi dan navigasi agar implementasi interaksi antara robot dan manusia terjadi.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengembangkan algoritma yang mengintegrasikan persepsi dan navigasi pada *service robot*. Persepsi yang dikembangkan meliputi kemampuan melihat, berkomunikasi, dan mengambil objek berbasis *deep learning* serta kemampuan navigasi menggunakan algoritma *path planning A-Star* untuk perencanaan navigasi secara global dan TEB untuk navigasi secara lokal. Algoritma yang menggabungkan fungsi-fungsi tersebut dikembangkan dengan menggunakan *robot operating system (ROS)*. Penelitian ini juga menguji performansi dari *service robot* dalam melakukan pelayanan kepada manusia sesuai dengan perintah yang diberikan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah perlu dibuat pada penelitian ini agar lebih terfokus pada tujuan penelitian. Adapun batasan masalah tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pelaksanaan algoritma keseluruhan *service robot* dilakukan di Laboratorium Kendali dan Robotika Kampus Indralaya, Universitas Sriwijaya.

2. Benda yang akan diambil oleh servis robot antara lain botol, cangkir, gelas, dan solder
3. Jumlah perintah yang dapat dilakukan oleh *service* robot dibatasi dengan menggunakan perintah dalam Bahasa Indonesia.
4. Navigasi yang digunakan menggunakan algoritma *A-Star* untuk perencanaan gerak secara global, dan algoritma *timed elastic band* untuk perencanaan gerak secara lokal.
5. Kecepatan motor penggerak konstan.

1.5 Keahlian Penelitian

Ada beberapa penelitian sebelumnya yang telah membahas berbagai persepsi dan navigasi dari robot yang dikembangkan secara terpisah. Penelitian yang dilakukan oleh Susanto dkk membahas tentang bagaimana robot sepakbola *humanoid* bermain sepakbola sebagaimana mestinya [19]. Beberapa subsistem pada robot *humanoid* diintegrasikan menjadi satu menggunakan *robot operating system* (ROS). Pada sistem penglihatan digunakan bahasa pemrograman python, sedangkan pada sistem kinematika menggunakan bahasa C dan LUA. Masing-masing subsistem pada robot *humanoid* sepakbola berhasil dilakukan sehingga memungkinkan untuk diatur strategi lebih lanjut agar masing-masing robot *humanoid* sepakbola dapat saling berkomunikasi dan memenangkan pertandingan. Namun, penelitian ini hanya terbatas pada tugas robot *humanoid* dalam bermain sepak bola secara *autonomous*.

Kemudian, penelitian yang dilakukan oleh Jiansheng dkk membahas tentang sebuah desain servis robot berbasis ROS yang beroperasi di dalam rumah. Sistem ROS dioperasikan oleh Raspberry Pi 3B untuk mengatur sejumlah *node* dari beberapa sensor, seperti lidar, sensor *attitude*, sensor suhu, *liquified gas module*, *human body infrared module*. *Service* robot dapat melakukan lokalisasi serta konstruksi lingkungan sekitar menggunakan *simultaneous localization and mapping* (SLAM) lalu dioptimisasikan kembali menggunakan *multisensory data fusion*. Robot servis ini dapat melakukan perpindahan posisi secara otonom menggunakan algoritma *neural network backpropagation*. Meskipun demikian, robot servis ini hanya melakukan tugas yang terbatas, seperti menhidupkan dan

mematikan lampu serta mendeteksi apakah ada orang di sekitar robot tersebut. Penelitian ini tidak memiliki sistem indera visual dalam mengenali objek dan hanya untuk patroli di dalam rumah.

Selanjutnya, Ruchik dkk dalam penelitiannya membahas tentang servis robot berbasis ROS [20]. Pendekatan yang dipakai untuk melakukan identifikasi peta atau pengenalan lingkungan sekitar menggunakan ROS *package real time appearance-based mapping* menggunakan kamera RGB-D. Penelitian ini menggunakan *adaptive monte carlo localization* (AMCL) untuk lokalisasi posisi robot secara otonom. AMCL merupakan sebuah metode lokalisasi berbasis peluang Bayesian dan menggunakan *particle filter*. Hasil visualisasi *mapping* dapat dilihat pada simulasi Rviz dan robot dapat mencapai posisi tujuan yang diinginkan. Akan tetapi, penelitian ini tidak menjelaskan metode *path planning* ataupun *obstacle avoiding* dalam mencapai posisi tujuan yang diinginkan.

Pada penelitian lain, Louise dkk membahas tentang navigasi pada robot servis untuk mengantar makanan berbasis ROS [21]. Penelitian ini menggunakan sensor RP LiDAR untuk melakukan lokalisasi dengan metode Gmapping dan lokalisasi menggunakan metode AMCL. Metode *path planning* yang digunakan agar robot dapat berpindah sesuai dengan posisi yang digunakan menggunakan metode Dijkstra. Namun, hasil yang didapatkan pada penelitian tersebut masih belum optimal karena tingkat keberhasilan terkecil robot dalam melakukan navigasi masih sekitar 60%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Söderlund, “Service robot verbalization in service processes with moral implications and its impact on satisfaction,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 196, no. November 2022, 2023, doi: 10.1016/j.techfore.2023.122831.
- [2] D.-A. Frank and T. Otterbring, “Being seen... by human or machine? Acknowledgment effects on customer responses differ between human and robotic service workers,” *Technol. Forecast. Soc. Change*, vol. 189, p. 122345, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2023.122345>.
- [3] J. A. Rojas-Quintero and M. C. Rodríguez-Liñán, “A literature review of sensor heads for humanoid robots,” *Rob. Auton. Syst.*, vol. 143, p. 103834, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.robot.2021.103834>.
- [4] T. K. Shashank, N. Hitesh, and H. S. Gururaja, “Application of few-shot object detection in robotic perception,” *Glob. Transitions Proc.*, vol. 3, no. 1, pp. 114–118, 2022, doi: 10.1016/j.gltp.2022.04.024.
- [5] F. Dincer, A. Byagowi, and P. Kopacek, “Communication of cost oriented humanoid robots,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 52, no. 25, pp. 100–103, 2019, doi: 10.1016/j.ifacol.2019.12.454.
- [6] F. d’Apolito, “Obstacle Detection and Avoidance of a cost-oriented humanoid robot,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 30, pp. 198–203, 2018, doi: 10.1016/j.ifacol.2018.11.286.
- [7] J. Linert and P. Kopacek, “Humanoid robots Robotainment,” *IFAC-PapersOnLine*, vol. 51, no. 30, pp. 220–225, 2018, doi: 10.1016/j.ifacol.2018.11.290.
- [8] S. Mane and P. S. Mangale, “Proceedings of the 2nd International Conference on Intelligent Computing and Control Systems, ICICCS 2018,” *Proc. 2nd Int. Conf. Intell. Comput. Control Syst. ICICCS 2018*, no. Iciccs, pp. 1809–1813, 2019.

- [9] S. T. Blue and M. Brindha, “Edge detection based boundary box construction algorithm for improving the precision of object detection in YOLOv3,” *2019 10th Int. Conf. Comput. Commun. Netw. Technol. ICCCNT 2019*, pp. 1–5, 2019, doi: 10.1109/ICCCNT45670.2019.8944852.
- [10] X. Liu, Y. Chen, and B. Liu, “Target Recognition Algorithm Based on YOLOv5 Network and Depth Camera for 2D Interference Elimination,” in *2022 IEEE International Conference on Advances in Electrical Engineering and Computer Applications (AEECA)*, 2022, pp. 902–906, doi: 10.1109/AEECA55500.2022.9919018.
- [11] B. Knyazev, R. Shvetsov, N. Efremova, and A. Kuharenko, “Leveraging large face recognition data for emotion classification,” *Proc. - 13th IEEE Int. Conf. Autom. Face Gesture Recognition, FG 2018*, pp. 692–696, 2018, doi: 10.1109/FG.2018.00109.
- [12] Y. Zhou, H. Ni, F. Ren, and X. Kang, “Face and gender recognition system based on convolutional neural networks,” *Proc. 2019 IEEE Int. Conf. Mechatronics Autom. ICMA 2019*, pp. 1091–1095, 2019, doi: 10.1109/ICMA.2019.8816192.
- [13] M. Orken, O. Dina, A. Keylan, T. Tolganay, and O. Mohamed, “A study of transformer-based end-to-end speech recognition system for Kazakh language,” *Sci. Rep.*, vol. 12, no. 1, pp. 1–11, 2022, doi: 10.1038/s41598-022-12260-y.
- [14] Z. Qiu, J. Tang, Y. Zhang, J. Li, and X. Bai, “A Voice Cloning Method Based on the Improved HiFi-GAN Model,” *Comput. Intell. Neurosci.*, vol. 2022, 2022, doi: 10.1155/2022/6707304.
- [15] J. Wu, X. Ma, T. Peng, and H. Wang, “An Improved Timed Elastic Band (TEB) Algorithm of Autonomous Ground Vehicle (AGV) in Complex Environment,” *Sensors (Basel)*, vol. 21, no. 24, Dec. 2021, doi: 10.3390/s21248312.
- [16] X. Yin, L. Pan, and S. Cai, “Robust adaptive fuzzy sliding mode trajectory

- tracking control for serial robotic manipulators,” *Robot. Comput. Integr. Manuf.*, vol. 72, p. 101884, 2021, doi: <https://doi.org/10.1016/j.rcim.2019.101884>.
- [17] W. Yuan, Z. Li, and C. Y. Su, “Multisensor-Based Navigation and Control of a Mobile Service Robot,” *IEEE Trans. Syst. Man, Cybern. Syst.*, vol. 51, no. 4, pp. 2624–2634, 2021, doi: 10.1109/TSMC.2019.2916932.
- [18] A. Sengupta, L. Cheng, and S. Cao, “Robust Multiobject Tracking Using Mmwave Radar-Camera Sensor Fusion,” *IEEE Sensors Lett.*, vol. 6, no. 10, pp. 1–4, 2022, doi: 10.1109/LSENS.2022.3213529.
- [19] S. Susanto, E. Priono, and R. Analia, “Establishing ROS on Humanoid Soccer Robot-BarelangFC Software System,” *J. Integr.*, vol. 13, no. 2, pp. 113–121, 2021, doi: 10.30871/ji.v13i2.3333.
- [20] R. Mishra and A. Javed, “ROS based service robot platform,” in *2018 4th International Conference on Control, Automation and Robotics (ICCAR)*, 2018, pp. 55–59, doi: 10.1109/ICCAR.2018.8384644.
- [21] Louise, Y. Susanthi, and Muliady, “Mapping dan Navigasi untuk Robot Pengantar Makanan di Restoran Berbasis ROS,” *Techné J. Ilm. Elektrotek.*, vol. 22, no. 1, pp. 111–128, 2023, doi: 10.31358/techne.v22i1.348.
- [22] Y. Sun, J. Yang, D. Zhao, and S. Li, “Personal care robot navigation system based on multi-sensor fusion,” *ISR 2021 - 2021 IEEE Int. Conf. Intell. Saf. Robot.*, pp. 408–412, 2021, doi: 10.1109/ISR50024.2021.9419533.
- [23] C. Y. Lee, H. Lee, I. Hwang, and B. T. Zhang, “Visual Perception Framework for an Intelligent Mobile Robot,” *2020 17th Int. Conf. Ubiquitous Robot. UR 2020*, pp. 612–616, 2020, doi: 10.1109/UR49135.2020.9144932.
- [24] R. K. Megalingam, V. S. Naick, M. Manaswini, J. Yannam, and G. N. Chowdary, “Human Robot Interaction on Navigation platform using Robot Operating System,” no. Icisc, pp. 898–905, 2020.

- [25] M. B. Alatise and G. P. Hancke, "A Review on Challenges of Autonomous Mobile Robot and Sensor Fusion Methods," *IEEE Access*, vol. 8, pp. 39830–39846, 2020, doi: 10.1109/ACCESS.2020.2975643.
- [26] Y. Zhuang *et al.*, "Multi-sensor integrated navigation/positioning systems using data fusion: From analytics-based to learning-based approaches," *Inf. Fusion*, vol. 95, no. January, pp. 62–90, 2023, doi: 10.1016/j.inffus.2023.01.025.
- [27] H. Agarwal, P. Tiwari, and R. G. Tiwari, "Exploiting Sensor Fusion for Mobile Robot Localization," *Proc. 3rd Int. Conf. I-SMAC IoT Soc. Mobile, Anal. Cloud, I-SMAC 2019*, pp. 463–466, 2019, doi: 10.1109/I-SMAC47947.2019.9032653.
- [28] T. M. W. Vithanawasam and B. G. D. A. Madhusanka, "Face and Upper-Body Emotion Recognition Using Service Robot's Eyes in a Domestic Environment," *Proc. - IEEE Int. Res. Conf. Smart Comput. Syst. Eng. SCSE 2019*, pp. 44–50, 2019, doi: 10.23919/SCSE.2019.8842658.
- [29] C. R. Kumar, S. N, M. Priyadarshini, D. G. E, and K. R. M, "Face recognition using CNN and siamese network," *Meas. Sensors*, vol. 27, no. May, p. 100800, 2023, doi: 10.1016/j.measen.2023.100800.
- [30] P. Jiang, D. Ergu, F. Liu, Y. Cai, and B. Ma, "A Review of Yolo Algorithm Developments," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 199, pp. 1066–1073, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2022.01.135.
- [31] R. Zhang, Y. Yang, W. Wang, L. Zeng, J. Chen, and S. McGrath, "An algorithm for obstacle detection based on YOLO and light filed camera," *Proc. Int. Conf. Sens. Technol. ICST*, vol. 2018-Decem, pp. 223–226, 2019, doi: 10.1109/ICSensT.2018.8603600.
- [32] N. Nedjah, A. D. Bonilla, and L. de Macedo Mourelle, "Automatic speech recognition of Portuguese phonemes using neural networks ensemble," *Expert Syst. Appl.*, vol. 229, no. May, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.120378.

- [33] D. O’Shaughnessy, “Review of analysis methods for speech applications,” *Speech Commun.*, vol. 151, no. May, pp. 64–75, 2023, doi: 10.1016/j.specom.2023.05.008.
- [34] A. Mehrish, N. Majumder, R. Bharadwaj, R. Mihalcea, and S. Poria, “A review of deep learning techniques for speech processing,” *Inf. Fusion*, vol. 99, p. 101869, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.101869>.
- [35] S. Pan, Z. Xie, and Y. Jiang, “Sweeping Robot Based on Laser SLAM,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 199, pp. 1205–1212, 2021, doi: 10.1016/j.procs.2022.01.153.
- [36] I. Wasisto, N. Istiqomah, I. K. N. Trisnawan, and A. N. Jati, “Implementation of Mobile Sensor Navigation System Based on Adaptive Monte Carlo Localization,” *2019 Int. Conf. Comput. Control. Informatics its Appl. Emerg. Trends Big Data Artif. Intell. IC3INA 2019*, pp. 187–192, 2019, doi: 10.1109/IC3INA48034.2019.8949581.
- [37] L. Liu, X. Wang, X. Yang, H. Liu, J. Li, and P. Wang, “Path planning techniques for mobile robots: Review and prospect,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 227, no. May, 2023, doi: 10.1016/j.eswa.2023.120254.
- [38] J. Wu, X. Ma, T. Peng, and H. Wang, “An improved timed elastic band (Teb) algorithm of autonomous ground vehicle (agv) in complex environment,” *Sensors*, vol. 21, no. 24, 2021, doi: 10.3390/s21248312.
- [39] T. V. Dang, “Autonomous Mobile Robot Path Planning Based on Enhanced a* Algorithm Integrating With Time Elastic Band,” *MM Sci. J.*, vol. 2023-October, no. October, pp. 6717–6722, 2023, doi: 10.17973/MMSJ.2023_10_2023052.
- [40] Z. Ali *et al.*, “Design and development of a low-cost 5-DOF robotic arm for lightweight material handling and sorting applications: A case study for small manufacturing industries of Pakistan,” *Results Eng.*, vol. 19, no. May, p. 101315, 2023, doi: 10.1016/j.rineng.2023.101315.