

Pengindentifikasian Pesanan dan Interaksi Robot dengan User pada Teleoperation Representative Robot Telkom University

1st Muhammad Aflah
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

muhammadaflah@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Angga Rusdinar
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

anggarusdinar@telkomuniversity.ac.id

3rd Azzam Zamhuri Fuadi
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia

azamzamhurifuadi@telkomuniversity.ac.id

Abstrak— Dalam era modern ini, perkembangan teknologi robotika telah merambah berbagai sektor seperti hiburan, pendidikan, kesehatan, dan industri *food and beverages* (F&B). Untuk mengatasi tugas-tugas yang memerlukan tingkat ketelitian tinggi dan mengurangi risiko human error, pengembangan robot dengan kemampuan khusus menjadi semakin penting. Salah satu contoh aplikasi yang menarik adalah dalam profesi pelayan makanan, di mana akurasi dalam melayani pelanggan menjadi faktor kritis. Sebagai solusi inovatif, penelitian ini memfokuskan pada konsep *Representative Robot* (REBOT) pelayan yang dapat dikendalikan dari jarak jauh. Terdapat dua aspek utama yang menjadi sorotan, yaitu pengindentifikasian pesanan melalui penggunaan sensor *load cell* pada tray dengan LED indikator, serta interaksi robot dengan pengguna melalui penggunaan *Text-to-Speech converter*. Pada aspek pengindentifikasian pesanan, sistem menggunakan sensor *Load Cell Half Bridge* yang terhubung dengan Arduino Mega. Hasil uji kinerja instrumen menunjukkan batas kesalahan rata-rata sebesar 2,46% dalam mengidentifikasi pesanan pada tray. Di sisi interaksi dengan pengguna, REBOT menggunakan *Text-to-Speech converter* untuk mengubah input teks menjadi output suara. Pengujian *Text-to-Speech* menunjukkan hasil yang memuaskan, di mana REBOT berhasil mengeluarkan output suara yang hampir identik dengan input teks yang diberikan oleh pengguna, dengan pengujian menggunakan 5 kalimat sebagai contoh. Dengan demikian, penelitian ini menyoroti potensi implementasi teknologi robotika untuk meningkatkan efisiensi dan interaktivitas dalam situasi kendali jarak jauh, khususnya dalam konteks layanan makanan.

Kata kunci : *Representative robot, Load cell, Arduino Mega, Text-to-Speech*

I. PENDAHULUAN

Menurut penelitian McKinsey Global Institute, mereka memperkirakan bahwa hampir setengah dari kegiatan manusia dalam sejumlah pekerjaan dapat digantikan oleh teknologi. Hasil penelitian ini juga mengindikasikan bahwa pengalihan tenaga kerja ke mesin dapat meningkatkan efisiensi dan efektivitas secara keseluruhan, dengan peningkatan rata-rata antara 10 hingga 20 persen[1]. Oleh karena itu, ada kebutuhan akan pengembangan robot yang dapat mengambil alih tugas-tugas yang sebelumnya dilakukan oleh manusia, dengan tujuan memfasilitasi dan mempermudah proses kerja manusia.

Sistem teleoperasi telah dikembangkan untuk memungkinkan operator manusia melakukan tugas-tugas kompleks di lingkungan yang jauh. Robot mobile dapat dianggap sebagai contoh khusus dari sistem manipulasi, karena mereka dapat dioperasikan dari jarak jauh untuk melakukan tugas-tugas tertentu[1]. Peran dari robot yang bisa dijadikan contoh yaitu merepresentasikan atau mewakili manusia untuk melakukan tugasnya, dimana dalam dunia F&B tugas yang dilakukan adalah melayani pelanggan. Pelayanan yang menjadi bagian penting dalam industri F&B sangat memerlukan efisiensi tinggi sehingga dibutuhkan suatu teknologi guna untuk meningkatkan kualitas dari pelayanan.

REBOT ini merupakan perkembangan dari Robot sebelumnya diciptakan yaitu DOPER. DOPER berfungsi untuk menggantikan sosok Dokter dalam mengawasi dan merawat pasien Covid-19 pada masa pandemi [2]. REBOT ini adalah robot yang mampu menyerupai manusia sama seperti DOPER, tetapi memiliki jarak jangkauan kendali yang lebih luas. REBOT dirancang untuk dapat mewakili manusia dalam berinteraksi dua pihak dimanapun dan kapan pun.

Sebuah robot penting untuk dapat dikendalikan jarak jauh karena diperlukan akses dan operasional yang mudah tanpa harus diatur ulang secara fisik. Kendali jarak jauh pada robot juga merupakan sebuah aset yang penting dimana dengan adanya kendali jarak jauh maka campur tangan manusia dalam kegiatan akan menjadi ringan[3]. Dengan kontrol jarak jauh, robot dapat digunakan secara leluasa terutama untuk hal merepresentasikan manusia.

Interaksi antara robot dan manusia dapat didefinisikan sebagai kebutuhan untuk berkomunikasi antara robot dan manusia. Komunikasi antara manusia dan robot dapat diambil dalam beberapa bentuk, tetapi bentuk-bentuk tersebut sebagian besar dipengaruhi oleh apakah manusia dan robot berada pada ruang lingkup yang berdekatan satu sama lain atau tidak [4]. Di Jepang sendiri sudah memiliki robot pelayan yang dapat melayani pelayan khususnya penyandang disabilitas yang memiliki keterbatasan gerak, robot tersebut diberi nama Orihime. Orihime dilengkapi dengan kamera, mikrofon, dan speaker yang memungkinkan operator dapat berkomunikasi dari jauh dengan pelanggan. Di Indonesia dirasa perlu adanya robot tersebut yang berfungsi sebagai pramusaji yang dapat mengantarkan pesanan kepada pengunjung.

II. KAJIAN TEORI

A. Sensor Load Cell Strain Gauge Half Bridge

Sensor *load cell* adalah sebuah perangkat yang digunakan untuk mengukur beban atau gaya yang diterapkan pada suatu objek [5]. *Load cell* dapat digunakan dalam berbagai aplikasi, seperti timbangan industri, sistem pengukuran gaya, dan lain sebagainya. Ada beberapa jenis *load cell*, salah satunya adalah *load cell* tipe *half bridge*.



GAMBAR 2. 1
Sensor Load Cell Half Bridge

Load cell half bridge adalah jenis *load cell* yang menggunakan setengah dari jembatan *Wheatstone* sebagai elemen pengukurannya. Jembatan *Wheatstone* adalah rangkaian empat resistor yang membentuk suatu jembatan listrik. Dalam kasus *Load cell half bridge*, hanya dua resistor yang digunakan. *Load cell* ini dapat berupa tipe pasif atau aktif.

Sensor *load cell* tipe *half bridge* bekerja dengan prinsip perubahan resistansi pada *strain gauge* saat diberi beban pada inti besi [6]. Ketika beban diterapkan, terjadi distorsi pada inti besi yang menyebabkan perubahan panjang pada *strain gauge*. Perubahan ini berdampak pada perubahan resistansi pada *strain gauge* tersebut.

Secara spesifik, pada sensor *load cell* jenis *half bridge*, terdapat tiga buah kabel yang terlibat. Dua kabel berfungsi sebagai kabel eksitasi yang memberikan tegangan atau arus eksitasi ke *strain gauge*. Sementara itu, satu kabel lainnya berfungsi sebagai kabel sinyal keluaran yang membawa informasi mengenai perubahan resistansi yang terjadi pada *strain gauge*.

B. Text-to-Speech

Text-to-Speech (TTS) adalah teknologi yang mengonversi teks tertulis menjadi suara atau ujaran. Sistem TTS menggunakan algoritma dan sintesis suara untuk menghasilkan keluaran berupa suara manusia yang dapat didengar. Teknologi ini memiliki banyak aplikasi, termasuk pembacaan teks, asisten virtual, sistem navigasi, dan lainnya [7]



GAMBAR 2. 2
Gambaran Text-to-Speech secara umum

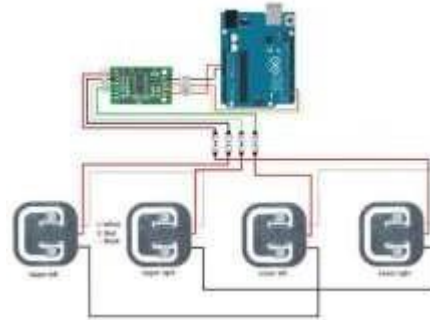
TTS pada dasarnya dapat diartikan sebagai sistem yang melakukan konversi dan tulisan menjadi suara secara otomatis [8].

Dengan cara menyusun kata-kata untuk membentuk suatu ucapan. Pada dasarnya TTS dibagi mejadi dua bagian, yaitu konversi dari tulisan menjadi fenom dan fenom menjadi suara [9].

III. METODE

A. Pengindentifikasian Pesanan

1. Rangkain Sistem



GAMBAR 3. 2
Sensor Load Cell Half Bridge

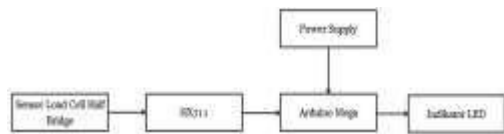
Pada sub sistem ini, akan dilakukan pengindentifikasian pesanan untuk sensor load cell yang bertujuan untuk menguji ketepatan sensor dalam pendeteksian pesanan. Sensor load cell yang dipakai sendiri memiliki nilai maksimal hingga 50 kg [10]. Objek yang dipakai pada penelitian ini adalah sebuah *box* yang mempunyai berat lebih dari 100 gram.



GAMBAR 3. 1
Display dan tray identifikasi pesanan

Pada gambar 3.2 dapat dilihat pada sub sistem pengindentifikasian pesanan terdapat indicator LED yang akan menyala apabila terdapat benda di atas *tray*.

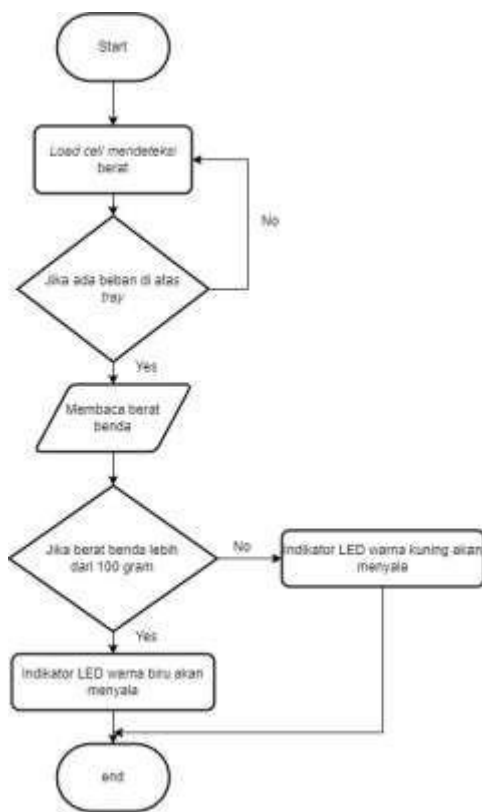
2. Blok Diagram



GAMBAR 3.3
Blok diagram sistem

Pada gambar 3.3 merupakan diagram blok subsistem pengidentifikasi pesan. Load cell akan mendeteksi ada atau tidaknya benda di atas *tray* dengan bantuan mikrokontroler Arduino Mega yang akan memberi perintah kepada indikator LED menyala apabila ada benda di atas *tray*.

3. Flowchart

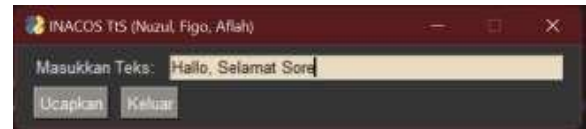


GAMBAR 3.4
Flowchart sistem

Pada gambar 3.4 ketika system mulai pertama *load cell* akan mendeteksi berat, jika ada beban pada *tray* maka akan membaca nilai berat benda. Jika berat benda lebih dari 100 gram maka indikator LED warna biru akan menyala, sedangkan jika berat kurang dari sama dengan 100 gram maka indikator LED warna kuning yang menyala.

B. Interaksi dengan User

1. Implementasi sistem



GAMBAR 3.5
Pengujian Text-to-Speech converter dengan input kalimat

Pada sub sistem ini, pengguna perlu menginput kata atau teks ke dalam konverter *text to speech* (TTS) yang terdapat pada perangkat yang digunakan. Setelah itu, konverter TTS akan mengolah kata atau teks dari pengguna menjadi suara.

2. Pengujian



GAMBAR 3.6
Pengujian pada laptop Text-to-Speech converter

Pengujian terhadap konverter TTS dilakukan setelah perancangan antarmuka selesai, mencakup pengujian kinerja dengan menetapkan nilai parameter yang diperlukan untuk meminimalkan tingkat kegagalan. Pengujian ini menggunakan perangkat keras berbasis *windows 11*, yakni laptop

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Pengidentifikasi Pesanan

1. Kalibrasi

Pada sub sistem ini, akan dilakukan pengujian untuk sensor load cell yang bertujuan untuk menguji ketepatan sensor dalam pendeteksian pesanan.. Objek yang dipakai oleh penulis adalah botol air mineral. Penulis akan menguji ketepatan sensor dengan membandingkan nilai berat tertentu menggunakan timbangan merk SF 400 dengan nilai yang keluar pada serial monitor aplikasi Arduino IDE.

Hasil pengujian didapatkan 15 data dengan nilai akurasi yang beragam. Data dapat dilihat pada tabel 4.7. Perhitungan pada kolom *Error*, *%Error*, dan *%Akurasi* didapatkan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

a. Error: Sistem Uji *load cell* – Timbangan

b. %Error: $\left| \frac{\text{Error}}{\text{Timbangan}} \right| \times 100\%$

c. %Akurasi: $100\% - \%Error$

d. Rumus rata-rata: $\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n}$

TABEL 4. 1

Hasil pengujian sensor load cell dengan modul HX711

Set Point	Nomor Percobaan	Serial Monitor Load cell (g)	Nilai Hasil uji timbangan (g)	Nilai akurasi Load cell (%)	Error keseluruhan (%)
100	1	100.02	100	99.98	0.02
	2	100.05	100	99.95	0.05
	3	100.07	100	99.93	0.07
	4	100.08	100	99.92	0.08
	5	100.12	100	99.88	0.12
Total Akurasi & Error				499.66	0.34
200	1	200.10	201	99.56	0.44
	2	200.44	201	99.73	0.27
	3	200.59	201	99.80	0.20
	4	200.65	201	99.83	0.17
	5	200.68	201	99.85	0.15
Total Akurasi & Error				498.77	1.23
300	1	300.41	300	99.87	0.13
	2	301.64	300	99.46	0.54
	3	303.38	300	98.88	1.12
	4	304.75	300	98.42	1.58
	5	306.53	300	97.83	2.17
Total Akurasi & Error				494.46	5.54

Pada tabel 4.7, merupakan hasil pengujian dari sistem pendeteksi makanan pada REBOT. Pengujian ini bertujuan mengetahui nilai akurasi dan error keseluruhan pada pembacaan *load cell*. Pengujian dilakukan dengan tiga tipe set point dengan masing-masing set point dilakukan lima kali percobaan.

Pada pengujian set point 100 mempunyai rata-rata nilai akurasi 99.93%, set point 200 mempunyai rata-rata nilai akurasi 99.75%, dan set point 300 mempunyai rata-rata nilai akurasi 98.89%. dan untuk nilai error Pada pengujian set point 100 mempunyai rata-rata nilai error 0.068%, set point 200 mempunyai rata-rata nilai error 0.246%, dan set point 300 mempunyai rata-rata nilai error 1.10%

2. Langkah Pengujian Identifikasi pesanan

Dalam melakukan pengujian sensor *load cell* diperlukan langkah-langkah yang tepat untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Berikut merupakan langkah pengujian kalibrasi sensor *load cell*:

- Siapkan seluruh komponen yang akan digunakan
- Sambungkan seluruh komponen pada tempatnya
- Unggah source code pada mikrokontroler
- Letakkan botol air mineral pada timbangan lalu catat nilai bebannya (dalam satuan gram)
- Kemudian letakkan botol air mineral yang sama pada sistem uji *load cell* lalu catat nilai bebannya (dalam satuan gram)
- Bandingkan nilai yang didapat pada timbangan dengan sistem uji

c) Hasil Pengujian

Pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil yang akurat dalam mengidentifikasi pesanan. Pengujian dilakukan di Laboratorium INACOS gedung p 103.

Pengujian dilakukan dengan meletakkan 10 jenis beban berbeda pada tray yang telah di integrasikan dengan sensor



GAMBAR 4. 1
pengujian display dan tray identifikasian

loadcell. Pengujian ini juga dilakukan dengan membandingkan pembacaan sensor *load cell* dengan pembacaan yang ada pada timbangan digital. Dimana apabila nilai yang terbaca pada sensor *load cell* lebih besar 100 gram maka pembacaan display akan terdeteksi. Sedangkan apabila nilai yang terbaca pada sensor *load cell* kurang dari sama dengan 100 gram maka pembacaan display tidak terdeteksi.

TABEL 4. 2

Tabel pengujian sensor Load cell

No	Timbangan manual (gram)	Sensor Load Cell (gram)	Pembacaan display	Kesalahan (%Error)
1	284	284	Terdeteksi	0
2	430	428	Terdeteksi	0.4
3	457	448	Terdeteksi	2
4	70	70	Tidak Terdeteksi	0
5	80	72	Tidak Terdeteksi	10
6	450	485	Terdeteksi	7.8
7	77	77	Tidak Terdeteksi	0
8	15	17	Tidak Terdeteksi	13.3
9	164	164	Terdeteksi	0
10	26	26	Tidak Terdeteksi	0
Total				33.5
Rata-rata				2.36
Akurasi				98.64

GRAFIK 4. 1
Pengujian sensor load cell



Rata-rata Error : 2,36 %
Akurasi : 98,64%

Hasil dari pengujian menunjukkan Pengidentifikasian pesanan yang dilakukan dengan memberikan beban *random*

sebanyak 10 beban mendapatkan hasil akurasi sebesar 98,64 %. Hasil tersebut dinyatakan sangat baik dikarenakan >95 %. Dan memungkinkan untuk sistem collision avoidance dapat bekerja sangat baik ketika dioperasikan pada intergrasi sistemnya.

B. Pengujian Interaksi dengan User

1. Langkah Pengujian Interaksi dengan User

Berikut adalah Langkah-langkah pengujian yang dilakukan untuk memverifikasi sub sistem REBOT dapat berinteraksi dengan user dengan mudah:

- Memastikan laptop/gadget yang digunakan sudah terhubung dengan NoMachine.
- Memastikan REBOT sudah terhubung dengan output speaker
- Membuka kodingan *text to speech* pada Visual StudioCode
- Menjalankan kodingan yang sudah ada dalam file *text to speech*
- Memasukkan input kata atau kalimat yang ingin dikonversi menjadi suara
- Menekan tombol ucapkan untuk menghasilkan output suara yang sudah diinput
- menekan tombol keluar apabila sudah beres menggunakan *text to speech converter*

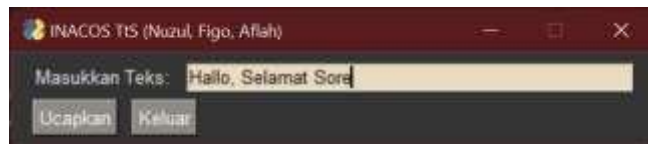
2. Hasil Pengujian

Pengujian Spesifikasi interaksi dengan user dilakukan di T-Mart, Telkom University.



GAMBAR 4. 2
Pengujian interaksi REBOT dengankasir T-Mart,
Telkom University

REBOT dioperasikan dapat berinteraksi dengan kasir di T-Mart untuk memesan beberapa pesanan yang diinginkan oleh user. Gambar di bawah merupakan tampilan *text to speech converter* dengan inputan kalimat untuk REBOT dapat berinteraksi dengan kasir.



GAMBAR 4. 3
Pengujian Text-to-Speech converter dengan inputkalimat

TABEL 4. 3
Pengujian Text-to-Speech converter dengan inputkalimat

No.	Input Kalimat	Hasil Pengujian
1	Halo, Selamat sore	Berhasil
2	Pesan kopi dan susu ultra satu	Berhasil
3	Pesanan diterima	Berhasil
4	Terima Kasih	Berhasil

Hasil dari pengujian menunjukkan bahwa REBOT dapat berinteraksi dengan baik dan mampu menghasilkan output yang hampir sesuai dengan apa yang diinputkan oleh user. Dengan analisis ini, kami dapat menginformasi bahwa spesifikasi interaksi dengan user telah memenuhi kriteria dalam pengujian. Terbukti dengan empat input yang diberikan pada REBOT, *text to speech converter* berhasil mengkonversi teks menjadi suara.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari pengujian, dapat disimpulkan bahwa hasil rata-rata akurasi dari nilai pengidentifikasian pesanan didapatkan sebesar 98,64%. Nilai akurasi tersebut masih dikatakan baik dan dapat digunakan dalam pengujian. Dan untuk interaksi dengan user dengan menggunakan *Text-to-Speech Converter*, REBOT mampu untuk berkomunikasi dengan user.

REFERENSI

- [1] A. Lalu Ahi, "Digitalisasi Industri Dan Pengaruhnya Terhadap Ketenagakerjaan Dan Hubungan Kerja Di Indonesia," *Jurnal Kompilasi Hukum*, vol. 2, Dec. 2020.
- [2] N. Diolaiti and C. Melchiorri, "Tele-Operation of a Mobile Robot Through Haptic Feedback," 2022.
- [3] A. Zamhuri Fuadi, A. Rusdinar, and I. Purnama, "Monograf Dokter Representatif Robot (Doper) Telemedicine," pp. 1–63, 2022.
- [4] J. R. Sánchez-Ibáñez, C. J. Pérez-Del-pulgar, and A. García- Cerezo, "Path planning for autonomous mobile robots: A review," *Sensors*, vol. 21, no. 23. MDPI, Dec. 01, 2021. doi: 10.3390/s21237898.
- [5] Nurlette, D., & Wijaya, T. K. (2018). Perancangan Alat Pengukur Tinggi Dan Berat Badan Ideal Berbasis Arduino. *Sigma Teknika*, 1(2), 172-184. R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," J. Name Stand. Abbrev., in press.
- [6] Majid, A., Androva, A., & Mukhtar, A. (2023). RANCANG BANGUN INSTRUMENTASI LOAD CELL STRAIN GAUGE HALF BRIDGE PADA DYNAMOMETER PRONY BRAKE DENGAN SISTEM MONITORING LCD 16X4 DISPLAY BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO. *Cross-border*, 6(2), 834-842. Melangi, S. (2018). Text To Speech Bahasa Indonesia Menggunakan Synthesizer Concatenation Berbasis Fonem. *Jurnal Cosphi*, 2(2).

- [8] M. Young, The Technical Writer's Handbook. Mill Valley, CA: University Science, 1989.
- [9] Agustriarza, D. (2019). *Pembangunan Aplikasi Book For Blind Menggunakan Text Recognition, Text To Speech Dan Konversi Braille Di Slbn Kab. Cirebon* (Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia).
- [10] Riyanti, K. P. K., Kakaravada, I., & Ahmed, A. A. (2022). An Automatic Load Detector Design to Determine the Strength of Pedestrian Bridges Using Load Cell Sensor Based on Arduino. *Indonesian Journal of Electronics, Electromedical Engineering, and Medical Informatics*, 4(1), 15-22.