



Perancangan *Automated Guided Vehicle* Berbasis *Arduino* Sebagai Robot Pelayan di Kafe

Rey Akashi Prawiraka Muhammad¹, Falah Akbar Febamukti², Pradipta Arya Chandra³, Bagus Cahyo Wibowo⁴, Samuel Fredrick Simanjuntak⁵, Muslimin⁶, Dhiya Luqyana⁷, Azam Milah Muhammad⁸

^{1,2,3,4,5,6,7,8}Politeknik Negeri Jakarta, Depok

Email: rey.akashi.prawiraka.muhammad.tm22@mhs.w.pnj.ac.id

Received:13 Desember 2024; Received in revised form:3 September 2025; Accepted:30 September 2025

Abstract

The café industry faces challenges in improving order delivery efficiency, especially during peak hours. The inability to provide fast and consistent service can reduce customer satisfaction and café competitiveness amidst intense competition. Automation technologies, such as robot waiters, offer potential solutions to address these issues. Therefore, this research aims to design an Arduino-based Automated Guided Vehicle (AGV), named "Robo Waiter" as an automated waiter robot to optimize order delivery. The research method uses a Quality Function Deployment (QFD) approach with a House of Quality (HoQ) matrix to integrate customer needs into the final product design and specifications. Interviews with 20 interviewees identified key needs such as operation stability, safety, and delivery efficiency. The Robo Waiter was designed with line tracking navigation, ultrasonic sensors, and a food-grade basket. The design is designed to improve operational efficiency with features according to customer needs. This research shows that an aesthetically pleasing and cost-effective Robo Waiter design can be an innovative solution to improve the competitiveness of cafes through the application of efficient automated technology with customized specifications to achieve the desired targets.

Keywords: AGV; service robot; line tracking; QFD; HoQ.

Abstrak

Industri kafe menghadapi tantangan dalam meningkatkan efisiensi pengantaran pesanan, terutama pada jam sibuk. Ketidakmampuan untuk memberikan layanan yang cepat dan konsisten dapat mengurangi kepuasan pelanggan dan daya saing kafe di tengah kompetisi yang ketat. Teknologi otomatisasi, seperti robot pelayan, menawarkan solusi potensial untuk mengatasi masalah ini. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan merancang *Automated Guided Vehicle* (AGV) berbasis *Arduino*, bernama "Robo Waiter" sebagai robot pelayan otomatis untuk mengoptimalkan pengantaran pesanan. Metode penelitian menggunakan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) dengan matriks *House of Quality* (HoQ) untuk mengintegrasikan kebutuhan pelanggan ke dalam desain dan spesifikasi akhir produk. Wawancara dengan 20 narasumber mengidentifikasi kebutuhan utama seperti stabilitas operasi, keamanan, dan efisiensi pengantaran. Robo Waiter dirancang dengan navigasi *line tracking*, sensor ultrasonik, dan keranjang *food grade*. Desainnya dirancang untuk meningkatkan efisiensi operasional dengan fitur sesuai dengan kebutuhan pelanggan. Penelitian ini menunjukkan bahwa desain Robo Waiter yang estetik dan hemat biaya dapat menjadi solusi inovatif untuk meningkatkan daya saing kafe melalui penerapan teknologi otomatis yang efisien dengan spesifikasi yang disesuaikan guna mencapai target yang diinginkan.

Kata kunci: AGV; robot pelayanan; *line tracking*; QFD; HoQ.

1. PENDAHULUAN

Pada zaman modern yang terus berkembang, industri kafe menghadapi tantangan signifikan dalam meningkatkan efisiensi operasional dan daya tarik pelanggan. Keterlambatan pengantaran menjadi kendala utama yang dihadapi oleh kafe, terutama pada jam sibuk. Hal ini dapat menyebabkan

peningkatan beban kerja bagi staf, pada akhirnya dapat mempengaruhi kualitas layanan yang diberikan kepada pelanggan, sehingga pelanggan tidak mendapatkan pengalaman yang baik. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi masalah tersebut dengan merancang *Automated Guided Vehicle* (AGV) berbasis Arduino, bernama “Robo Waiter”, sebagai robot pelayan otomatis untuk pengantaran pesanan dari dapur ke meja pelanggan.

Penelitian sebelumnya menunjukkan potensi penggunaan robot di sektor layanan makanan dan minuman dapat meningkatkan efisiensi dan kepuasan pelanggan. Misalnya, sebuah penelitian mengembangkan prototipe AGV untuk transportasi barang pada industri manufaktur, yang menunjukkan keunggulan dalam fleksibilitas perutean dan integrasi dengan sistem lainnya [1]. Namun, desain tersebut belum mempertimbangkan aplikasi spesifik di sektor kafe yang membutuhkan desain estetik dan biaya rendah. Penelitian lain merancang robot pelayan berbasis *line follower* yang memanfaatkan komunikasi nirkabel dengan modul nRF24L01 [2]. Penelitian tersebut menunjukkan keefektifan robot dalam mengantarkan barang, meskipun kendala jarak komunikasi maksimum 5 meter. Selain itu, pengembangan robot pelayan berbasis ATmega 16 dan sensor *line follower*, mampu mengantarkan makanan ke dua meja tujuan. Sistem tersebut dirancang menggunakan push button untuk pemilihan meja dan menunjukkan efisiensi dalam pengantaran makanan meski ada perbedaan durasi akibat panjang lintasan [3].

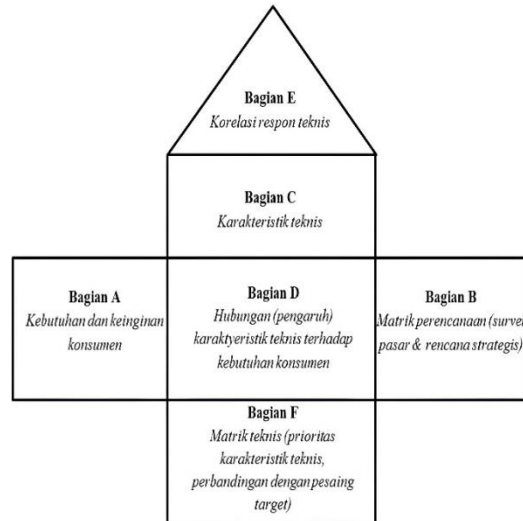
Namun, penelitian sebelumnya belum mengintegrasikan aspek keamanan dan kebersihan dalam desain robot. Penelitian ini menawarkan inovasi baru berupa pengembangan Robo Waiter yang tidak hanya meningkatkan efisiensi pengantaran tetapi juga mempertimbangkan keamanan dan kebersihan, yang penting dalam layanan makanan. Penggunaan teknologi *line tracking*, sensor ultrasonik, dan keranjang *food grade*, robot ini memastikan pengantaran yang aman, higienis, dan efisien, sekaligus mengurangi ketergantungan pada staf manusia. Penggunaan robot dinilai lebih hemat dibandingkan tenaga manusia. Sebagai contoh, biaya pengadaan sebesar 1.200 USD setara dengan gaji pekerja selama beberapa bulan di Cina [4]. Melalui desain estetik dan biaya rendah, *Robo Waiter* diharapkan mampu meningkatkan daya saing kafe di Indonesia.

Penelitian ini juga mengidentifikasi masalah dan kebutuhan pelanggan yang dilakukan melalui wawancara. Wawancara dilakukan dengan tujuan untuk memahami tantangan dan kendala yang dihadapi dalam industri kafe. Sebagai solusi agar Robo Waiter sesuai dengan kebutuhan pelanggan, penelitian ini menggunakan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD). QFD merupakan metodologi dalam proses perancangan dan pengembangan produk yang mampu mengintegrasikan suara konsumen ke dalam proses perancangannya [5]. Selain itu, QFD tidak hanya memenuhi sebanyak mungkin kebutuhan pelanggan, tetapi juga berusaha melampauinya sebagai strategi untuk bersaing dengan kompetitor [6]. Penerapan QFD dilakukan untuk mengidentifikasi keinginan dan kebutuhan pelanggan melalui format matriks yang disusun dalam sebuah model yang dikenal sebagai *House of Quality* (HoQ). Metode QFD dengan analisis HoQ memastikan bahwa desain dan fitur pada Robo Waiter dapat memenuhi harapan konsumen dan dapat mengatasi masalah operasional yang ada.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) untuk merancang dan mengembangkan *Automated Guided Vehicle* (AGV) “Robo Waiter”. Metode ini melibatkan beberapa tahapan untuk memastikan Robo Waiter sesuai dengan kebutuhan pelanggan dan spesifikasi teknis yang diinginkan. Penelitian diawali dengan melakukan wawancara terhadap 20 narasumber yang terdiri dari barista, pemilik kafe, dan karyawan. Hasilnya menunjukkan bahwa masalah utama yang dihadapi meliputi peningkatan kecepatan dan ketepatan pengantaran pesanan serta pengurangan beban kerja staf, terutama saat jam-jam sibuk atau ramai pengunjung. Data wawancara kemudian dianalisis menggunakan matriks *House of Quality* (HoQ).

HoQ adalah matriks yang berbentuk rumah yang digunakan untuk mengonversi keinginan konsumen terhadap spesifikasi teknik dari produk yang dihasilkan [7]. Hasil akhirnya adalah memprioritaskan fitur AGV yang perlu dikembangkan, sehingga dapat menentukan desain dan spesifikasi akhir dari produk Robo Waiter secara optimal. Matriks *House of Quality* (HoQ) terdiri dari dua bagian utama, yaitu vertikal dan horizontal. Pada bagian horizontal berisikan informasi tentang konsumen yang disebut dengan *customer table*. Kemudian, pada bagian vertikal berisikan informasi teknis yang merupakan respons dari masukan konsumen, disebut *technical table*. Bagian pada matriks *House of Quality* (HoQ) dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Bagian-Bagian *House of Quality* (HoQ)

Pada Gambar 1, bagian A berisi daftar terstruktur mengenai kebutuhan dan keinginan konsumen berdasarkan hasil wawancara. Setiap kebutuhan dan keinginan diberi bobot kepentingan dari 1 (tidak penting) hingga 5 (sangat penting). Bobot ini mencerminkan prioritas kebutuhan konsumen, yang menjadi dasar untuk memfokuskan pengembangan produk pada fitur-fitur yang paling relevan dan bernilai tinggi bagi konsumen [8]. Bagian B menetapkan sasaran atau tujuan produk berdasarkan analisis data dari kebutuhan konsumen di bagian A. Sasaran ini dirumuskan sebagai indikator kinerja yang spesifik dan terukur untuk memastikan produk memenuhi prioritas konsumen. Bagian C, menunjukkan respon teknis dari tingkatan produk maupun layanan yang akan ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan dan keinginan konsumen dengan memberikan simbol pada ruang arah pengembangan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Skor Hubungan Matriks

Simbol	Deskripsi	Kriteria Kepuasan
↑	Kepuasan meningkat jika nilainya lebih besar/tinggi/berat lebih baik	<i>More is better</i>
↓	Kepuasan meningkat jika nilainya lebih kecil	<i>Less is better</i>
o	Kepuasan optimal jika mencapai target tertentu	<i>Target is best</i>

Bagian D berisikan bahan pertimbangan dalam pengembangan terkait kekuatan antara hubungan setiap elemen pada respon teknik dengan kebutuhan konsumen [9]. Pertimbangan dilakukan dengan memberi skor 9 berarti sangat kuat, 3 berarti menengah, 1 berarti lemah dan 0 berarti tidak ada. Bagian E mengidentifikasi korelasi antar elemen teknis, untuk memastikan elemen-elemen tersebut saling mendukung dengan memberikan simbol (+) jika kedua elemen berhubungan, simbol (-) jika kedua elemen saling bertentangan dan simbol (.) jika tidak ada hubungan signifikan antar elemen. Bagian F mencakup prioritas teknis, perbandingan kinerja produk dengan produk pesaing, serta target kinerja dari pengembangan produk yang ingin dicapai.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Matriks *House of Quality* (HoQ)

Berdasarkan hasil wawancara dengan 20 narasumber yang terdiri dari barista, pemilik kafe, dan karyawan kafe di berbagai kota, terdapat tantangan utama yang dihadapi, yaitu peningkatan kecepatan dan ketepatan pengantaran pesanan serta mengurangi beban kerja staf, terutama pada saat jam sibuk. Dari data tersebut, dilakukan analisis data dengan matriks *House of Quality* (HoQ) untuk mengonversi kebutuhan pelanggan menjadi spesifikasi teknis produk guna memastikan AGV yang dirancang memenuhi ekspektasi pengguna secara optimal. Analisis HoQ dilakukan berdasarkan bagian-bagiannya, berikut penjelasannya:

3.1.1. Penggabungan Hasil Matriks Bagian A dan B

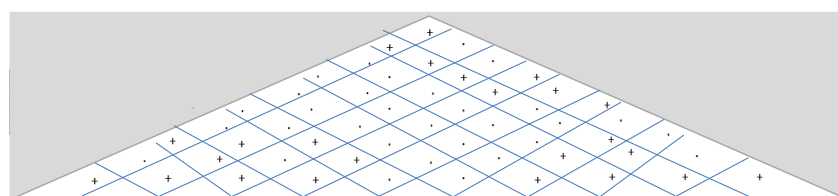
Pada sub-bab ini, membahas penggabungan hasil analisis dari Matriks bagian A dan B, yang berfokus pada input dari konsumen dan pasar. Keduanya dapat digabungkan karena input dari pelanggan (Bagian A) digunakan untuk mengembangkan strategi (Bagian B), seperti pada Gambar 2. Hasil dari matriks bagian A mencakup evaluasi kebutuhan pelanggan seperti kemudahan perbaikan, stabilitas operasi, waktu tempuh pelayanan, komunikasi dengan pelanggan melalui tampilan LCD, kemudahan pengendalian oleh operator, desain minimalis dan keamanan, serta fitur tambahan seperti *buzzer* LED. *Customer importance rating* menunjukkan tingkat kepentingan pelanggan terhadap setiap kebutuhan dan menjadi dasar dalam perhitungan *weighted score* pada bagian B. Kebutuhan dengan nilai importance tinggi, seperti "AGV stabil saat beroperasi," mendapatkan skor bobot tertinggi (160), menunjukkan bahwa stabilitas adalah prioritas utama dalam desain. Hal ini memastikan bahwa strategi desain didasarkan pada kebutuhan pelanggan yang paling kritis. Penggabungan hasil ini memungkinkan perancangan AGV yang lebih terarah dan sesuai dengan ekspektasi pelanggan, sehingga memastikan bahwa setiap kebutuhan penting pelanggan diidentifikasi, dievaluasi, dan diintegrasikan ke dalam desain dan spesifikasi akhir AGV. Hasil penggabungan matriks ini dapat dilihat pada Gambar 3.

1: low, 5: high Customer importance rating		Functional Requirements (How's) →	Weighted Score
No.		Customer Requirements - (What's) ↓	
1	5	AGV mudah diperbaiki dan dirawat	105
2	4	AGV stabil saat beroperasi	160
3	5	Waktu tempuh pelayanan yang singkat	95
4	4	Mendukung komunikasi dasar dengan pelanggan melalui tampilan LCD	72
5	4	AGV mudah dikendalikan oleh operator	84
6	5	Desain AGV yang minimalis dan keranjang yang aman	105
7	3	Buzzer LED sebagai keamanan tambahan	54
		Technical importance score	675
		Importance %	100%
		Priorities rank	

Gambar 2 Hasil Matriks HoQ Bagian A dan B

3.1.2. Penggabungan Hasil Matriks Bagian C dan E

Matriks bagian C mengidentifikasi karakteristik teknis, sementara bagian E menunjukkan hubungan antar karakteristik tersebut. Hasil penggabungan matriks C dan E menjelaskan keterkaitan antara masing-masing karakteristik teknis, dapat dilihat pada Gambar 4. Pada bagian C, terdapat karakteristik teknis dari kebutuhan pelanggan yang harus ditingkatkan, contohnya pada ketahanan baterai, efisiensi rute, dll. Ada pula yang harus diturunkan, contohnya perawatan, dimensi AGV dan harga. Terakhir, ada yang harus dioptimalkan, contohnya layar interaktif dan kesesuaian *feedback*. Di sisi lain, bagian E yaitu tabel segitiga pada puncak *House of Quality* (HoQ) menggambarkan hubungan antar-karakteristik teknis itu sendiri. Sebagai contoh, ketahanan baterai mungkin memiliki hubungan positif dengan efisiensi rute karena baterai yang tahan lama mendukung jalur yang lebih optimal. Sebaliknya, dimensi AGV mungkin memiliki hubungan negatif dengan efisiensi rute karena AGV yang terlalu besar dapat mengurangi kelintasan di jalur sempit. Segitiga korelasi ini sangat penting untuk mengidentifikasi sinergi atau konflik yang perlu dipertimbangkan dalam pengembangan produk.

										
↓	↑	↑	↑	0	↑	↓	↑	↓	↑	0
Perawatan	Ketahanan Baterai	Efisiensi Rute	Tingkat Keberhasilan Sensor	Layar Interaktif	Akurasi Deteksi Meja	Dimensi AGV	Beban Angkat Keranjang	Harga/Biaya	Tingkat Keamanan Operasional	Kesesuaian Feedback Sistem

Gambar 3 Hasil Matriks HoQ Bagian C dan E

3.1.3. Hasil Matriks Bagian D

Bagian D adalah inti dari HoQ, menunjukkan bagaimana karakteristik teknis secara langsung memengaruhi kebutuhan pelanggan. Karakteristik teknis dengan nilai tinggi (9) pada kebutuhan pelanggan tertentu menunjukkan performa optimal, seperti kemudahan perawatan, daya tahan baterai yang baik, dll. Sementara nilai rendah (0 atau 3) mencerminkan kelemahan, seperti kurangnya efisiensi biaya, kapasitas angkut yang terbatas, atau tingkat keamanan operasional yang perlu ditingkatkan. Bagian ini memberikan gambaran menyeluruh mengenai kekuatan dan kelemahan masing-masing karakteristik teknis dalam memenuhi kebutuhan pelanggan yang ditetapkan.

Perawatan	Ketahanan Baterai	Efisiensi Rute	Tingkat Keberhasilan Sensor	Layar Interaktif	Akurasi Deteksi Meja	Dimensi AGV	Beban Angkat Keranjang	Harga/Biaya	Tingkat Keamanan Operasional	Kesesuaian Feedback Sistem
9	0	0	0	0	0	0	0	9	3	0
3	9	1	9	0	9	3	3	0	3	0
0	0	9	0	0	9	0	0	0	1	0
0	0	0	0	9	0	0	0	0	0	9
9	0	0	0	0	3	0	0	0	0	9
0	0	0	0	0	0	9	9	0	3	0
0	0	0	9	0	0	0	0	0	9	0
93	36	49	63	36	93	57	57	45	74	72
14%	5%	7%	9%	5%	14%	8%	8%	7%	11%	11%
1	10	8	5	10	1	6	6	9	3	4

Gambar 4 Hasil Matriks HoQ Bagian D

3.1.4. Hasil Matriks Bagian F

Pada bagian F berisi analisis prioritas teknis yang berfungsi untuk pengambilan keputusan teknis. Matriks ini mengevaluasi teknis Robo Waiter berdasarkan skor kepentingan, tingkat kesulitan, serta prioritas perbaikan. Hasilnya, dapat dilihat bahwa Robo Waiter dirancang dengan mempertimbangkan berbagai aspek penting karena sebagian besar indikator sudah sesuai target, meliputi aspek dimensi, material, sistem navigasi, interaksi, dan daya. Tetapi, ada area tertentu yang membutuhkan perbaikan lebih lanjut untuk mencapai efisiensi dan kinerja optimal. Pendekatan ini memastikan bahwa Robo Waiter dapat berfungsi secara optimal di lingkungan kafe, memenuhi kebutuhan pelanggan, dan tetap kompetitif di pasaran.

Measurement Unit	Minggu	Jam	%	%	Ada/Tidak ada	Meter	Cm	Kg	IDR	%	Sesuai/Tidak sesuai
Robo Waiter	4	8,5	80	85	Ada	90%(1m)	30x18x15	2,6	650.000	90	Sesuai
Target	4	8,5	85	90	Ada	90%(1,5m)	30x18x15	3	650.000	90	Sesuai
Difficulty	14	6	7	12	5	11	2	3	1	9	10
Cost and time	3	4	9	12	5	13	6	7	2	11	14
Priority to improve	2	8	6	9	12	7	5	4	1	3	13

Gambar 5 Hasil Matriks HoQ Bagian F

3.2. Spesifikasi Produk

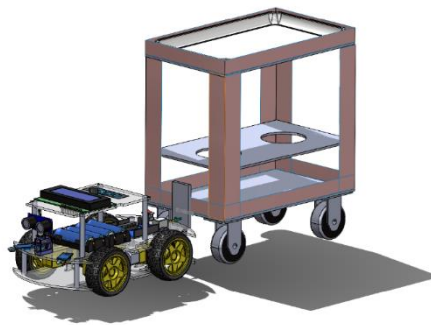
Produk Robo Waiter dirancang dengan spesifikasi yang dapat dilihat pada Tabel 3. Menggunakan dimensi kompak (30x18x15cm) agar dapat melewati jalur sempit, dengan kapasitas keranjang pesanan 2,6 kg. Material chasis *Automated Guided Vehicle* (AGV) menggunakan bahan akrilik yang estetik, ringan, namun kuat. Keranjang berbahan *foodgrade* memastikan makanan yang dibawa higienis. Sistem navigasi menggunakan teknologi *line tracking* dengan sensor *infrared*, sementara fitur keamanan didukung oleh sensor ultrasonik untuk mencegah tabrakan dan *buzzer* sebagai alarm peringatan. Untuk interaksi dilengkapi layar LCD berukuran 16x2 cm. Robo Waiter menggunakan 4 baterai berkapasitas 1500 mAh yang mendukung pengoperasian secara efisien.

Tabel 3 Spesifikasi Robo Waiter

Spesifikasi Produk	Keterangan
Dimensi	30x18x15 cm
Kapasitas Keranjang	2,6 Kg
Material	Chasis: akrilik, keranjang: tray <i>foodgrade</i>
Sistem Navigasi	<i>Line tracking</i> dengan sensor <i>infrared</i>
Sistem Keamanan	Sensor ultrasonic dan buzzer
Sistem Interaksi	Layar LCD 16x2 cm
Daya	4 baterai 1500 mAh

3.3 Desain Robo Waiter

Setelah spesifikasi dari Robo Waiter sudah ditentukan, desain Robo Waiter dirancang dengan *software* SolidWorks. SolidWorks adalah *software* mekanikal 3D CAD (Computer Aided Design) yang memberikan visualisasi 3D dan simulasi mekanisme kerja [10]. Proses desain dimulai dengan pembuatan gambar masing komponen Robo Waiter, kemudian digabungkan menjadi satu kesatuan desain melalui proses *assembly*. Desain akhir yang mencakup keseluruhan struktur Robo Waiter dapat dilihat pada Gambar 7. Desain Robo Waiter dirancang menggunakan jenis AGV *line follower* yang beroperasi dengan mengikuti jalur atau garis pandu yang telah dipasang di lantai, menggunakan bodi akrilik yang ringan dan kuat dengan mengadopsi struktur chasis empat roda, dilengkapi dengan motor *differential drive* sehingga memungkinkan pergerakan fleksibel. AGV juga dilengkapi dengan keranjang tarik yang stabil untuk membawa makanan dan minuman serta tray makanan berbahan *foodgrade*. Sensor ultrasonik memastikan AGV menghindari rintangan dalam jarak $\leq 1,5$ meter. Untuk meningkatkan kemudahan operasional, AGV dilengkapi dengan *keypad* yang memungkinkan operator memasukkan nomor meja tujuan secara manual. Input dari keypad akan menentukan meja yang harus dituju oleh AGV, sehingga sistem dapat dengan mudah disesuaikan dengan kebutuhan operasional. Cara kerjanya dimulai dengan menekan nomor meja pada *keypad*, lalu Robo Waiter akan mengikuti garis pandu untuk mengantarkan tray ke meja yang ditentukan. Saat tiba, Robo Waiter akan berhenti selama waktu yang ditentukan untuk menunggu pelanggan mengambil pesannya. Setelah tugas selesai, AGV kembali ke dapur.



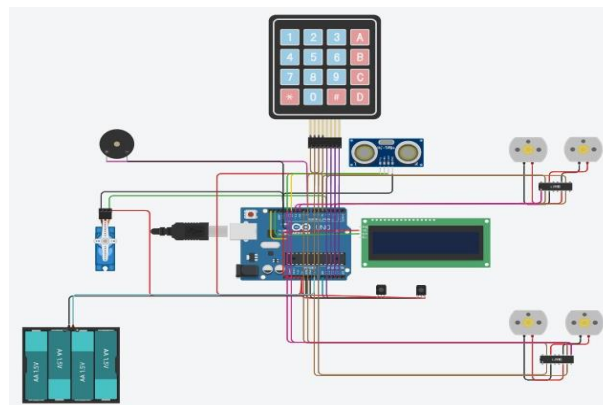
Gambar 6 Desain 3D Robo Waiter

Tabel 4. Komponen dari Desain Robo Waiter

No.	Komponen
1	Baterai 1500mAh
2	Arduino Uno R3
3	LCD Display 16x2cm
4	Sensor Ultrasonik
5	Servo Motor SG90
6	Chasis Akrilik AGV
7	Ban Karet $\varnothing$ 64mm
8	Motor DC Rasio 1:200

9	Ban Troli 2 inch
10	Tray <i>foodgrade</i>
11	Rangka Keranjang Duplex
12	Body AGV Akrilik
13	<i>Buzzer</i>
14	Sensor <i>Infrared</i>
15	Keypad

Sebagai bagian dari desain keseluruhan, Gambar 8 berikut menunjukkan rancangan rangkaian elektronik (*circuit*) Robo Waiter yang mendukung mekanisme kerja sistem. Desain *circuit* ini dirancang dengan menggunakan *TinkerCAD*. *TinkerCAD* merupakan sebuah platform berbasis web berisi rangkaian elektronika seperti microcontroller, sensor, dll [11].



Gambar 7 Desain *Circuit* Komponen Robo Waiter

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan *Automated Guided Vehicle* (AGV) berbasis Arduino, "Robo Waiter," sebagai robot pelayan otomatis untuk meningkatkan efisiensi pengantaran pesanan serta daya tarik pelanggan pada industri kafe. Hasil penelitian menunjukkan bahwa desain Robo Waiter yang dirancang mampu memenuhi kebutuhan pelanggan yang telah diidentifikasi, seperti stabilitas operasi, keamanan, kebersihan dan efisiensi pengantaran. Desain Robo Waiter menggunakan teknologi sistem navigasi *line tracking* dengan sensor *infrared*, sistem keamanan dengan sensor ultrasonik dan *buzzer*, serta material *foodgrade* pada keranjang pesanan. Melalui spesifikasi yang tepat dan fitur yang disesuaikan, Robo Waiter dapat diimplementasikan di berbagai skala kafe, memberikan solusi inovatif untuk meningkatkan daya saing industri kafe.

Pendekatan *Quality Function Deployment* (QFD) dengan matriks *House of Quality* (HoQ) menghasilkan solusi robotika yang tidak hanya efisien tetapi juga memenuhi aspek keamanan, estetika, dan biaya terjangkau. Oleh karena itu, penelitian ini tidak hanya menjawab kebutuhan operasional kafe tetapi juga memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi robotik. Hasil akhir dari matriks *House of Quality* (HOQ) digunakan untuk merancang spesifikasi teknis akhir dan desain dari Robo Waiter. Prospek pengembangan lebih lanjut mencakup peningkatan sistem navigasi dan pengembangan fitur interaktif yang lebih canggih untuk memberikan pengalaman pengguna yang lebih baik. Selain itu, aplikasi lebih jauh dari Robo Waiter dapat diperluas ke sektor layanan lain yang membutuhkan efisiensi pengantaran, seperti restoran atau hotel, yang akan menjadi kajian berikutnya dalam pengembangan teknologi robotika.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Munadi, I. Haryanto, and M. Irvan Dian Surya, "Rancang Bangun Dan Manufaktur Chassis Robot Automated Guided Vehicle (Agv) Sebagai Prototipe Alat Transportasi Barang Pada Perusahaan Garmen," *J. Tek. Mesin S-1*, vol. 10, no. 2, pp. 197–206, 2022.
- [2] R. D. Firmansyah, "RANCANG BANGUN ROBOT PELAYAN RESTORAN RYAN SURYA DHARMAWAN,

- Rendra Dwi Firmansyah, S.Si., M.Eng.,” pp. 2–3, 2018.
- [3] Onard, “Maysheila P Sembung journal,” *Ranc. Bangun Robot Cerdas Pelayan Restoran*, vol. 4, no. 6, pp. 1–9, 2015.
 - [4] R. L. Rihantari, D. R. K. Kausar, and H. Nurhidayati, “Tingkat Penerimaan Pengunjung Kafe Rasa Koffie Terhadap Penggunaan Layanan Robot Menggunakan Analisis Technology Acceptance Model (TAM),” *J. Ilm. Hosp. Manag.*, vol. 14, no. 1, pp. 37–52, 2023, doi: 10.22334/jihm.v14i1.266.
 - [5] D. Kusuma, O. Purnamayudhia, S. Subaderi, and K. Hariyanto, “Rancang Bangun Prototipe Automated Guided Vehicle (AGV) Pada Proses Material Handling Dengan Metode Quality Function Deployment (QFD),” *J. Syst. Eng. Technol. Innov.*, vol. 3, no. 01, pp. 231–244, 2024, doi: 10.38156/jisti.v3i01.75.
 - [6] R. Prabowo and M. I. Zoelangga, “Pengembangan Produk Power Charger Portable dengan Menggunakan Metode Quality Function Deployment (QFD),” *J. Rekayasa Sist. Ind.*, vol. 8, no. 1, pp. 55–62, 2019, doi: 10.26593/jrsi.v8i1.3187.55-62.
 - [7] E. Nurhayati, “Pendekatan Quality Function Deployment (QFD) dalam proses pengembangan desain produk Whiteboard Eraser V2,” *Prod. J. Desain Prod. (Pengetahuan dan Peranc. Produk)*, vol. 5, no. 2, pp. 75–82, 2022, doi: 10.24821/productum.v5i2.7118.
 - [8] N. Hairiyah, M. Kiptiah, and B. K. Fituwana, “Penerapan Quality Function Deployment (Qfd) Untuk Peningkatan Kinerja Industri Amplang Berdasarkan Kepuasan Pelanggan,” *Agrointek J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 15, no. 4, pp. 1099–1113, 2021, doi: 10.21107/agrointek.v15i4.10744.
 - [9] D. P. Darmawan, “Analisis Kualitas Jasa Pelayanan Bengkel Mobil Sebagai Upaya Peningkatan Kualitas Pelayanan Dengan Metode Integrasi Kano Model Dan Quality Function Deployment (Studi Kasus: Bengkel Mobil Cv. Karya Agung),” pp. 10–33, 2020, [Online]. Available: <http://eprints.umg.ac.id/3436/>
 - [10] S. Mubarak, “Pengaruh Variasi Material Dan Beban Keamanan Pada Desain Pencakar Inner Puller Bearing Berbasis Simulasi Menggunakan solidwork,” *Unnes*, pp. 22–66, 2019.
 - [11] R. Ratnadewi *et al.*, “Pembelajaran Rangkaian Listrik dengan Aplikasi TinkerCAD Circuit pada Akademisi di Indonesia,” *J. ABDINUS J. Pengabd. Nusantara*, vol. 7, no. 3, pp. 819–829, 2023, doi: 10.29407/ja.v7i3.16831.