

## **RANCANG BANGUN PROTOTIPE *AUTOMATED GUIDED VEHICLE* (AGV) PADA PROSES MATERIAL HANDLING DENGAN METODE *QUALITY FUNCTION DEPLOYMENT* (QFD)**

Djati Kusuma<sup>1,a</sup>, Onny Purnamayudhia<sup>2,b</sup>, Subaderi<sup>3,c</sup> dan Krisnadi Hariyanto<sup>4,d</sup>

Program Studi Teknik Industri, Universitas Wijaya Putra<sup>1,2,3,4</sup>  
Jl. Raya Benowo No. 1-3 Surabaya, Jawa Timur, Indonesia<sup>1,2,3,4</sup>

[djokus11@gmail.com](mailto:djokus11@gmail.com)

### **Abstrak.**

*Automated Guided Vehicle* (AGV) merupakan sebuah robot otonom yang secara luas digunakan di industri moderen. AGV sering digunakan sebagai alat pemindah barang. Tingkat akurasi dan keamanan yang tinggi serta biaya operasional dan perawatan yang rendah merupakan beberapa alasan penggunaan AGV di industri. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem mekanik dan merancang sistem navigasi pada prototipe AGV. Metode QFD (*Quality Function Deployment*) digunakan untuk mengetahui prioritas karakteristik teknis berdasarkan kepuasan dan kepentingan pelanggan yang diperoleh dari hasil kuesioner. Berdasarkan matriks HOQ (*House of Quality*), diketahui terdapat 4 dimensi kualitas beserta bobotnya yaitu; fungsi (4.10), ergonomi (4.20), keandalan (3.77) dan estetika (4.13). Selain itu terdapat 8 *technical requirement* untuk memenuhi dimensi tersebut. Prototipe yang dihasilkan mempunyai navigasi terdiri dari sensor magnetik, sensor penghalang infrared dan *rotary encoder*. Sistem penggerak menggunakan motor DC dan motor servo dengan rangkaian pengendali arduino. Prototipe juga dilengkapi dengan sistem tenaga baterai yang mampu bertahan selama 3 jam dan mampu mengangkat beban hingga 25kg. Proses pengujian sistem dilakukan dengan menguji fungsionalitas dari setiap komponen penyusun AGV secara terpisah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mekanik dan elektronik AGV bekerja sesuai dengan rancangan.

**Kata kunci :** *automated guided vehicle*, QFD,HOQ

### **Abstract.**

*Automated Guided Vehicle* (AGV) is an autonomous robot that is widely used in modern industry. AGVs are often used as a means of moving goods. High levels of accuracy and safety as well as low operational and maintenance costs are some of the reasons for the use of AGVs in industry. This research aims to design the mechanical system and design the navigation system on the AGV prototype. The QFD(*Quality Function Deployment*) method is used to determine the priority of technical characteristics based on customer satisfaction and interests obtained from the questionnaire results. Based on the HOQ(*House of Quality*) matrix, it is known that there are 4 dimensions of quality and their weights, namely; function (4.10), ergonomics (4.20), reliability (3.77) and aesthetics (4.13). In addition, there are 8 *technical requirements* to fulfill these dimensions. The resulting prototype has navigation consisting of magnetic sensors, infrared barrier sensors and rotary encoders. The drive system uses DC motors and servo motors with an Arduino controller circuit. The prototype is also equipped with a battery power system that can last for 3 hours and can carry loads up to

25kg. The system testing process is carried out by testing the functionality of each AGV component separately. The test results show that the mechanical and electronic systems of the AGV work as designed.

**Keywords :** *automated guided vehicle, QFD, HOQ*

## **Pendahuluan**

Industri dituntut untuk melakukan peningkatan efisiensi proses dan kualitas. Faktor teknis seperti penggunaan peralatan dalam proses produksi menjadi keutamaan dalam usaha untuk meningkatkan keefektifan dan efisiensi dalam produksi [1]. Peralatan pada proses produksi dapat memberikan manfaat sebagai penunjang kelancaran proses produksi [2]. Dalam proses manufaktur *Material handling* merupakan kegiatan yang sangat penting. AGV sering digunakan sebagai alat pemindah barang. Tingkat akurasi dan keamanan yang tinggi serta biaya operasional dan perawatan yang rendah. Dalam implementasinya di industri manufaktur, keberadaan AGV dinilai dapat meningkatkan efektivitas dan efisiensi produksi. AGV tidak perlu pengemudi untuk menjalankannya sehingga mengurangi resiko kecelakaan kerja dan mengurangi biaya tenaga kerja. PT. SBE sebagai salah satu industri manufaktur mempunyai permasalahan dalam *material handling*. Berawal dari pengambilan material yang kurang lancar dari *lift* barang menuju ke *line assembly*. Hal tersebut terjadi karena masih menggunakan *handpalet* yang ditarik secara manual dan jarak tempuh yang cukup panjang sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. Untuk mengatasi masalah yang terjadi diperlukan alternatif alat pemindah *automated guided vehicle* (AGV). Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat bantu *material handling* yang sesuai dengan kebutuhan industri. Perancangan ulang alat *material handling* hanya difokuskan pada prototipe model kereta pengganti *handpalet*. Perancangan alat prototipe ini menggunakan metode *Quality Function Deployment* (QFD).

*Material handling* menurut *Material Handling Industry of America* didefinisikan sebagai pergerakan (*movement*), penyimpanan (*storage*), perlindungan (*protection*), pengendalian (*control*) material di seluruh proses manufaktur dan distribusi termasuk penggunaan dan pembuangannya. Menurut *material handling handbook* didefinisikan sebagai penyediaan material dalam jumlah yang tepat, kondisi yang tepat, pada posisi yang tepat, diwaktu yang tepat, pada tempat yang tepat untuk mendapatkan ongkos yang efisien. Material adalah seluruh bahan yang dibutuhkan dalam suatu proses produksi meliputi material curah, material unit, aliran informasi dan kertas kerja. Salah satu masalah penting dalam produksi ditinjau dari segi kegiatan atau proses produksi adalah Bergeraknya material dari satu tingkat ke tingkat proses produksi berikutnya[3].

*Automated Guided Vehicle* (AGV) yang merupakan alat pemindah material dengan listrik sebagai sumber dayanya, tanpa pengemudi, dan dapat dikontrol dengan cara komputerisasi [4]. AGV sering digunakan pada industri manufaktur, *distribution centers*, terminal, dan gudang. Penggunaan AGV dapat mengurangi tenaga kerja sehingga juga memperkecil peluang human error yang merupakan penyebab utama kecelakaan kerja. Terdapat beberapa masalah pada level pengambilan keputusan yang berbeda yang kerap terjadi dalam penggunaan AGV, antara lain *guide-path design*, *routing* kendaraan, manajemen baterai, dan jumlah kendaraan yang dibutuhkan. Pada level strategi terdapat permasalahan *guidepath design* dimana hasil keputusannya memberikan dampak bagi keputusan level lainnya.

Sedangkan permasalahan manajemen baterai dan perkiraan jumlah kendaraan termasuk pada level *tactical*.

Perancangan alat bantu erat kaitannya dengan aspek ergonomi dan kebutuhan manusia sebagai pengguna. Menurut [5], penerapan ergonomi pada umumnya merupakan aktivitas rancang bangun (desain) ataupun rancang ulang (re-desain). Hal ini dapat meliputi perangkat keras, misalnya: perkakas kerja (*tools*), bangku kerja (*benches*), *platform*, kursi, pegangan alat kerja (*workholders*), sistem pengendali (*controls*), alat peraga (*display*), jalan/lorong (*access ways*), pintu (*doors*), jendela (*windows*), dan lain-lain. Untuk mengetahui kebutuhan dan tingkat kepentingan pengguna pada suatu produk dapat menggunakan metode QFD. *Quality Function Deployment* (QFD) adalah metodologi dalam proses perancangan dan pengembangan produk atau layanan yang mampu menintegrasikan suara konsumen ke dalam proses perancangannya [6].

## **Metode Penelitian**

### Observasi dan Identifikasi masalah

Observasi dilakukan untuk mengetahui permasalahan dan kebutuhan alat material handling di industri PT. SBE.

#### 1. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan untuk penelitian ini nantinya akan diolah dengan menggunakan metode yang telah dipilih.

Wawancara. Wawancara dilakukan kepada oprator material handling untuk mengetahui bagaimana perbandingan proses material handling manual dan proses yang otomatis dengan menggunakan alat *prototyp automated guided vehicle* dan mengetahui saja kekurangan yang dirasakan oprator terhadap rancangan desain tersebut sebelumnya agar dapat menjadi masukan untuk usulan rancangan selanjutnya. Kuesioner. Setelah mengidentifikasi kebutuhan konsumen maka dilakukan kusioner dari hasil wawancara dan hasil responden untuk menjawab kusioner.

#### 2. Uji Validitas dan Uji Reabilitas

Validitas menunjukkan derajat ketepatan antara data yang sesungguhnya terjadi pada objek dengan data yang dikumpulkan oleh peneliti. Uji validitas dilakukan untuk mengukur valid atau tidak data yang diteliti dengan menggunakan alat ukur yang digunakan (kuesioner).

Pengujian reliabilitas instrument dengan menggunakan Alpa Cronbach karena instrument penelitian ini berbentuk angket dan skala bertingkat. Jika nilai  $\alpha > 0,7$  artinya reliabilitas mencukupi (*sufficient reliability*) sementara jika  $\alpha > 0,8$  ini menyatakan seluruh item reliable dan seluruh tes secara konsisten memiliki reliabilitas yang kuat. Atau, ada pula yang menunjukkan hasil sebagai berikut : Jika  $\alpha > 0,9$  maka reliabilitas sempurna. Jika  $\alpha$  antara  $0,7 - 0,9$  maka reliabilitas tinggi. Jika  $\alpha$   $0,5 - 0,7$  maka reliabilitas moderat. Jika  $\alpha < 0,5$  maka reliabilitas rendah. Jika  $\alpha$  rendah, kemungkinan satu atau beberapa item tidak *reliable*.

#### 3. Analisis *Quality Function Deployment* (QFD)

QFD digunakan untuk mengidentifikasi kebutuhan dan tingkat kepentingan konsumen serta merencanakan matriks perancangan. Beberapa variabel yang digunakan untuk menilai atribut, menurut [7].

- a. Pengukuran (*Importance to Customer*). Penentuan tingkat kepentingan konsumen digunakan untuk mengetahui sejauh mana konsumen memberikan penilaian atau harapan dari kebutuhan konsumen yang ada. Dihitung dengan rumus:

$$\text{weighted average performance} = \sum_i \left( \frac{\text{number of respondents at performance value } i}{(\text{total number of respondents})} \right) i \quad (1)$$

- b. Target (*Goal*) merupakan tujuan atau target yang ingin dicapai dari perancangan AGV dengan melihat indikator tingkat kepuasan dari responden.
- c. Rasio perbaikan (*Improvement Ratio*) Rasio perbaikan merupakan perbandingan antara nilai yang diharapkan pihak perusahaan dengan tingkat kepuasan konsumen terhadap suatu produk. Dihitung dengan rumus :

$$\text{Improvement ratio} = \frac{\text{Goal}}{\text{Current satisfaction performance}} \quad (2)$$

- d. Titik jual (*Sales Point*) Titik jual adalah kontribusi suatu kebutuhan konsumen terhadap daya jual produk. Untuk penilaian terhadap titik jual terdiri dari:

1 = Tidak ada titik jual  
 1.2 = Titik jual menengah  
 1.5 = Titik jual kuat

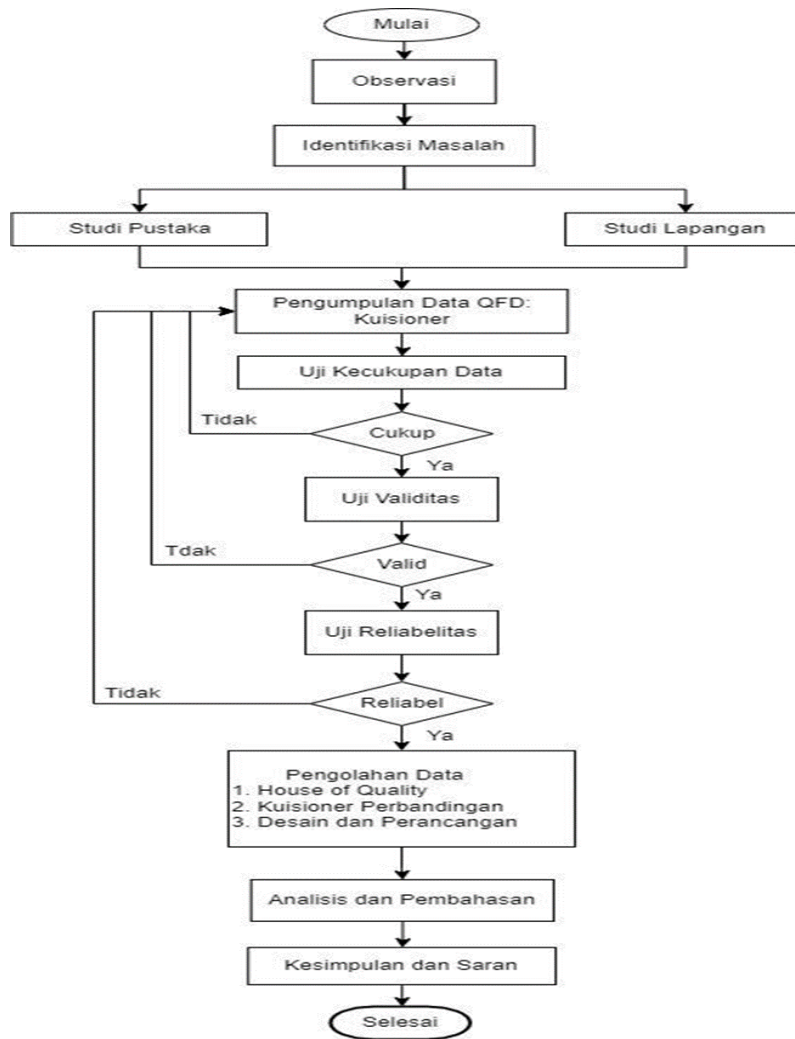
- e. *Raw Weight* merupakan nilai keseluruhan dari data-data yang dimasukkan dalam *Planning Matrix* tiap kebutuhan konsumen untuk proses perbaikan selanjutnya dalam upaya pengembangan produk. Dihitung dengan rumus:

$$\text{Improvement ratio} = RI \times Goals \times Sales Point \quad (3)$$

- f. *Normalized Raw Weight* merupakan nilai dari *Raw Weight* yang dibuat dalam skala antara 0 – 1 atau dibuat dalam bentuk persentase. Dihitung dengan rumus:

$$\text{Improvement ratio} = \frac{\text{Raw Weight}}{\sum \text{Raw Weight}} \quad (4)$$

Metode penelitian digambarkan pada diagram alir berikut ini:



Gambar 1. Diagram alir penelitian

## Hasil Dan Pembahasan

### 1. Pengumpulan Data Kuisisioner

Penyebaran kuisisioner dilakukan secara acak pada 40 responden kepada Masyarakat dan Karyawan. Setelah kuisisioner dibagikan, kuisisioner yang telah terisi dikumpulkan kembali untuk dirangkum menjadi satu dan diinterpretasikan sebagai kebutuhan pelanggan.

Tabel 1. Interpretasi kebutuhan Pelanggan

Primer	Sekunder	Tersier
<i>Prototype mesin Automated Guided vehicle</i>	Fungsi / Kegunaan	Mesin AGV sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>
	Ergonomi	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan
		Badan tidak capek setelah menaruh atau mengambil barang dari mesin

	Kualitas	Mesin AGV dengan komponen yang kuat
		Mesin AGV yang ringan
		Berjalan sesuai <i>line magnetic</i>
	Estetika	Penataan komponen yang rapi
		Mesin AGV dengan desain minimalis

## 2. Pengolahan Dan Analisis Data

### a. Uji Validitas

Pengujian validitas yang digunakan adalah *Pearson Correlation Coefficient* dengan uji signifikansi dua arah (*two tailed*). Jika hasil uji data menunjukkan nilai koefisien korelasi melebihi 0,3 maka butir pernyataan tersebut dapat dianggap *valid*. Seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Hasil Uji Validitas

NO	Pertanyaan	Koefisien Korelasi	r Tabel	Status
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses <i>material handling</i>	0,616	0,312	Valid
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat	0,657		Valid
3	Desain mesin memadukan nilai industri	0,525		Valid
4	Desain mesin AGV minimalis	0,562		Valid
5	Penataan komponen yang rapi	0,654		Valid
6	Jenis komponen yang kuat	0,759		Valid
7	Berjalan sesuai <i>line magnetic</i>	0,463		Valid
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini	0,645		Valid

### b. Uji Reabilitas

Uji reliabilitas dapat dilakukan secara bersama-sama terhadap seluruh butir pertanyaan. Jika nilai Alpha > 0,60 maka dinyatakan reliabel. Seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Hasil Uji Reabilitas

NO	Pertanyaan	Koefisien Korelasi	Status
1	Mesin AGV sebagai sarana penunjang proses <i>material handling</i>	0,687	Reliabel
2	mesin AGV tidak memakan banyak tempat	0,683	Reliabel
3	Desain mesin memadukan nilai industry	0,773	Reliabel

4	Desain mesin AGV minimalis	0,698	Reliabel
5	Penataan komponen yang rapi	0,678	Reliabel
6	Jenis komponen yang kuat	0,658	Reliabel
7	Berjalan sesuai line magnetic	0,722	Reliabel
8	Apakah anda setuju dengan adanya mesin ini	0,681	Reliabel

Dari data pada tabel diatas, menjelaskan bahwa hasil pengujian reliable untuk penilaian responden terhadap produk kursi dan meja hias taman yang diajukan dapat dikatakan reliabel.

### 3. Analisis *House Of Quality* (HOQ)

#### a. *Voice Of Customer*

Dalam tahap ini, suara konsumen ditransformasikan ke dalam CR yang jelas menggambarkan apa yang akan dilakukan konsumen dengan produk tersebut, misalnya bagaimana produk akan digunakan. Hasil dari atribut ini dikelompokkan seperti tabel dibawah persyaratan ini akan menempati sebelah kiri *House of Quality*.

#### b. Analisis Tingkat Kepentingan

Dalam tahap analisis ini data yang digunakan adalah modus untuk menghindari pembulatan skor. Modus digunakan karena hasil skor pengumpulan kuesioner yang didapat dari tiap atribut bukan merupakan data ekstrim. Hasil tingkat kepentingan persyaratan konsumen kemudian diolah. Hasil rekap kuesioner untuk tingkat kepentingan *customer requirement* adalah sebagai berikut :

Tabel 4 Analisis Tingkat Kepentingan

A	Fungsi / Kegunaan	TKE
1	Mesin AGV sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>	4
B	Ergonomi	
1	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan	4
2	Badan tidak capek setelah menaruh atau mengambil barang dari mesin	4
C	Kualitas	
1	Mesin AGV dengan komponen yang kuat	4
2	Mesin AGV yang ringan	4
3	Berjalan sesuai <i>line magnetic</i>	5
D	Estetika	
1	Penataan komponen yang rapi	5
2	Mesin AGV dengan desain minimalis	4

Untuk mengetahui rata – rata tingkat kepentingan Kualias desain produk menggunakan mean karena tiap dimensi kualitas desain produk terdiri atas banyak atribut. Sehingga dengan menggunakan mean akan diketahui dimensi kualitas desain produk mana yang di anggap paling penting dengan nilai yang lebih akurat. Berikut, tabel tentang Rata-rata tingkat kepentingan dimensi kualitas desain produk :

Tabel 5. Nilai Rata-Rata Tingkat Kepentingan Dimensi Kualitas Desain

Dimensi Kualitas Desain Produk	Mean
Fungsi/Kegunaan	4,10
Ergonomi	4,20
Kualitas (keandalan)	3,77
Estetika	4,13

c. Analisis Tingkat Kinerja

Analisis ini bertujuan untuk mengetahui sejauh mana responden merasakan kebutuhan dalam hal kualitas desain produk telah dipenuhi oleh pihak produsen. Nilai skala preferensi konsumen diperoleh dari persepsi tertinggi konsumen tentang kualitas dan desain produk Prototipe mesin *Automated Guided Vehicle (AGV)* yang dihasilkan oleh produsen. Berikut adalah analisis tingkat kinerja:

Tabel 6. Analisis Tingkat Kinerja

A	Fungsi / Kegunaan	PS	PD
1	Mesin AGV sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>	4	5
B	Ergonomi		
1	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan	4	5
2	Badan tidak capek setelah menaruh atau mengambil barang dari mesin	4	5
C	Kualitas		
1	Mesin AGV dengan komponen yang kuat	4	5
2	Mesin AGV yang ringan	4	5
3	Berjalan sesuai <i>line magnetic</i>	5	5
D	Estetika		
1	Penataan komponen yang rapi	5	5
2	Mesin AGV dengan desain minimalis	4	5

PS : performance yang sesungguhnya PD : performance yang diharapkan

d. Analisis Tingkat Perbaikan

Hasil perhitungan tingkat perbaikan didapatkan dengan membagi nilai performance yang diharapkan dengan nilai performance yang sesungguhnya. Misalnya pada atribut fungsi pertama (Apakah anda menginginkan fitur tambahan seperti layar monitor pada mesin AGV) memiliki nilai PD 5 dan nilai PS 5. Sehingga untuk perhitungan mencari TP adalah  $5/5 = 1$ . Untuk hasil selengkapnya dilihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 7. Hasil Analisis Tingkat Perbaikan (TP)

A	Fungsi / Kegunaan	PS	PD	TP
---	-------------------	----	----	----



1	Mesin AGV sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>	4	5	1,25
<b>B Ergonomi</b>				
1	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan	4	5	1,25
2	Badan tidak capek setelah menaruh atau mengambil barang dari mesin	4	5	1,25
<b>C Kualitas</b>				
1	Mesin AGV dengan komponen yang kuat	4	5	1,25
2	Mesin AGV yang ringan	4	5	1,25
3	Berjalan sesuai <i>line magnetic</i>	5	5	1
<b>D Estetika</b>				
1	Penataan komponen yang rapi	5	5	1
2	Mesin AGV dengan desain minimalis	4	5	1,25

e. Analisis Sales Point

Berikut, hasil analisis sales point seperti yang terlihat pada tabel dibawah ini:

Tabel 8. Analisis Sales Point

A	Customer Requirement	1,0	1,2	1,5
1	Mesin AGV sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>			▲
<b>B Ergonomi</b>				
1	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan			▲
2	Badan tidak capek setelah menaruh atau mengambil barang dari mesin			▲
<b>C Kualitas</b>				
1	Mesin AGV dengan komponen yang kuat			▲
2	Mesin AGV yang ringan			▲
3	Berjalan sesuai <i>line magnetic</i>		▲	
<b>D Estetika</b>				
1	Penataan komponen yang rapi		▲	
2	Mesin AGV dengan desain minimalis			▲

Tabel diatas diketahui bahwa terdapat 2 atribut yang bernilai dari 1,2 yang berarti bahwa perubahan yang terjadi terhadap atribut yang bersangkutan memberikan pengaruh yang kecil. Sedangkan 6 atribut yang bernilai 1,5 berarti perubahan yang terjadi pada atribut yang bersangkutan memberikan pengaruh yang besar terhadap penjualan dan akan ditekankan untuk program pemasaran.

f. Analisis Customer Requirement Score (CRS)

Customer Requirement Score (CRS) dihitung dengan cara mengalihkan tingkat kepentingan *customer requirement* dengan *sales point*. CRS ini kemudian dinormalisasi ke dalam bentuk presentase untuk diketahui rangkingnya.

Tabel 4. Analisis Tingkat Kepentingan, Sales Point dan Customer Requirement Score

A	Customer Requirement	TKE	SP	CRS	%
1	Mesin AGV sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>	4	1,5	6	10
<b>B</b>	<b>Ergonomi</b>				
1	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan	4	1,5	6	10
2	Badan tidak capek setelah menaruh atau mengambil barang dari mesin	4	1,5	6	10
<b>C</b>	<b>Kualitas</b>				
1	Mesin AGV dengan komponen yang kuat	4	1,5	6	10
2	Mesin AGV yang ringan	4	1,5	6	10
3	Berjalan sesuai <i>line magnetic</i>	5	1,2	6	10
<b>D</b>	<b>Estetika</b>				
1	Penataan komponen yang rapi	5	1,2	6	10
2	Mesin AGV dengan desain minimalis	4	1,5	6	10
	<b>JUMLAH</b>			<b>48</b>	<b>80</b>

Hasil normalisasi CRS diketahui terdapat nilai presentase yaitu 10%. Semakin besar nilai presentase CRS berarti semakin penting atribut-atribut tersebut dalam perancangan produk.

g. Analisis *Technical Requirement* (TR)

Tujuan dari HOQ adalah untuk mendesain atau memperbaiki desain yang sudah ada dengan cara memenuhi harapan konsumen. Setelah atribut-atribut yang diharapkan oleh konsumen diperoleh, maka manajemen harus menerjemahkan dalam *technical requirement*.

Tabel 5. Analisis *Technical Requirement* (TR)

No.	Technical Requirement
1	Sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>
2	Bentuk mesin sangat ergonomis
3	Sangat memudahkan karyawan dalam bekerja
4	Memiliki struktur komponen yang Kuat
5	Bentuk mesin sederhana dan sangat ringan
6	Mesin dapat beroperasi sesuai dengan system
7	Design sangat minimalis
8	Setiap komponen Tertata rapi

Analisis Hubungan Antara CR dan TR

Tabel 6 Matrix rumah HOQ

				Legend										
				9	Strong Relationship	9								
				3	Moderate Relationship	3								
				1	Weak Relationship	1								
				++	Strong Positive Correlation									
				+	Positive Correlation									
				-	Negative Correlation									
				Strong -	Strong Negative Correlation									
				↓	Objective Is To Minimize									
				↑	Objective Is To Maximize									
				X	Objective Is To Hit Target									
Row #	Max Relationship Value In Row	Relative Weight	Weight/Importance	Direction of mprovement	Column #	1	2	3	4	5	6	7	8	
<b>Demanded Quality (What's) / Quality Charaotarisios (How's)</b>														
1	9	10,0	4,0	Mesin AGV sebagai alat bantu proses material handling		9	9	9	9	1	9	1	1	Our Company
2	9	10,0	4,0	Bentuk mesin AGV mengikuti bentuk badan		9	9	9	1					Competitor 1
3	9	10,0	4,0	Badan tidak capek setelah menaruh atau mengambil barang dari mesin		9	9	9		3	3	3	3	Competitor 2
4	9	10,0	4,0	Mesin AGV memiliki komponen yang kuat		9	9	9	3	3	1	4	4	Competitor 3
5	9	10,0	4,0	Mesin AGV sangat ringan		9	9	9	3	3	9	5	5	Competitor 4
6	9	10,0	4,0	Berjalan sesuai Line magnetic		3		3		9		6	6	Competitor 5
7	9	10,0	4,0	Penataan komponen yang rapi				3		1	1	7	7	
8	9	10,0	4,0	Design mesin AGV minimalis		3				9	9	8	8	
<b>Target or limit Value</b>														
<b>Difficulty</b>						0,82	0,71	0,76	0,8	0,82	0,66	0,85	0,81	
<b>Max Relationship Value In Column</b>						9	9	9	9	9	9	9	9	
<b>Weight/Importance</b>						12	39	16	18	3	21	31	39	
<b>Relative Weight</b>						0,09	0,21	0,20	0,19	0,05	0,13	0,19	0,11	

h. Analisis Penentuan Standar TR atau Target

Analisis ini bertujuan untuk menetapkan ukuran bagi masing-masing TR. Hasil perolehan atribut-atribut sebagai *technical measure* dari TR perusahaan akan ditempatkan pada bagian bawah HOQ, hasil keseluruhan dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 7. Technical Requirement dan Technicl Measure

No.	Technical Requirement	Technicl Measure
-----	-----------------------	------------------

1	Sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>	Untuk menggantikan forklip untuk memindahkan part dari <i>line</i> produksi
2	Bentuk mesin sangat ergonomis	Mesin tertutup rapat dengan plat
3	Sangat memudahkan karyawan dalam bekerja	Bentuk mesin tinggi sekitar 50cm, panjang 90cm, lebar 40cm
4	Memiliki struktur komponen yang kuat	Dari besi hollow tebal 2mm
5	Bentuk mesin sederhana dan sangat ringan	Mudah di pindahkan
6	Mesin dapat beroperasi sesuai dengan <i>system</i>	Mengikuti jalur <i>line magnetic</i>
7	Design sangat minimalis	Gabungan dari casing mesin dan komponen mesin
8	Setiap komponen tertata rapi	Memakai sensor yang terbaru

i. Analisis Tingkat Kesulitan (*Degree Of Difficulty*)

Analisis ini dihasilkan berdasarkan wawancara dengan pihak-pihak manajemen perusahaan dan didukung dengan referensi. Dari analisis tingkat kesulitan (DoD) penerapan TR adalah sebagai berikut:

Tabel 8. Analisis Tingkat Kesulitan (*Degree Of Difficulty*)

No.	<i>Technical Requirement</i>	<i>DoD</i>
1	Sebagai alat bantu proses material handling	0,82
2	Bentuk mesin sangat ergonomis	0,71
3	Sangat memudahkan karyawan dalam bekerja	0,76
4	Memiliki struktur komponen yang kuat	0,8
5	Bentuk mesin sederhana dan sangat ringan	0,82
6	Mesin dapat beroperasi sesuai dengan <i>system</i>	0,86
7	Design sangat minimalis	0,85
8	Setiap komponen tertata rapi	0,81

j. Analisis Total Requirement Score (TRS)

*Technical Requirement Score* diperoleh dengan cara mengalikan presentase *customer requirement score* dengan tingkat hubungan *customer requirement* dan *technical requirement*.

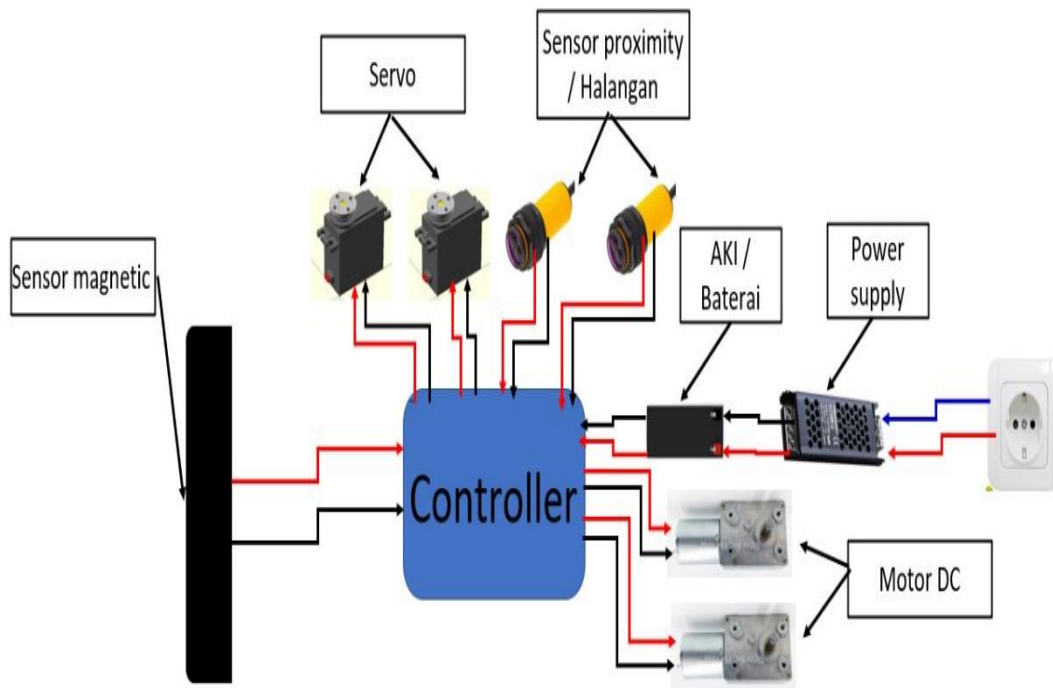
Tabel 9. Analisis Total Requirement Score (TRS)

No.	<i>Technical Requirement</i>	<i>TRS</i>	%
1	Sebagai alat bantu proses <i>material handling</i>	180	0,12
2	Bentuk mesin sangat ergonomis	180	0,12

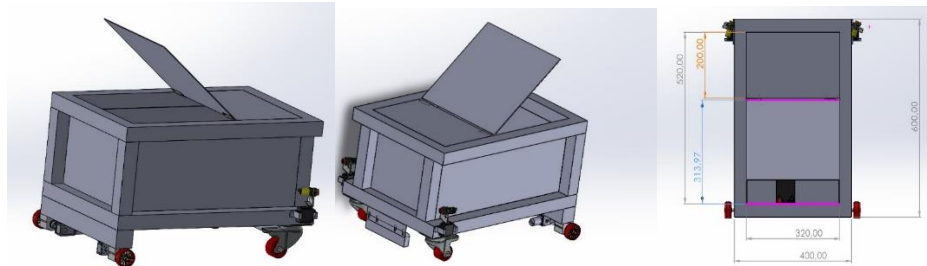
3	Sangat memudahkan karyawan dalam bekerja	180	0,12
4	Memiliki struktur komponen yang kuat	180	0,12
5	Bentuk mesin sederhana dan sangat ringan	180	0,12
6	Mesin dapat beroperasi sesuai dengan <i>system</i>	180	0,12
7	Design sangat minimalis	180	0,12
8	Setiap komponen tertata rapi	180	0,12

k. Proses Pembuatan *Prototype Automated Guided Vehicle (AGV)*

Proses produksi yang digunakan adalah proses yang mengubah dan memproses bahan baku untuk menghasilkan produk jadi (*finished good product*), yaitu memproses bahan baku awal yang berupa besi hollow batangan dan komponen-komponen kecil yang di rakit menjadi produk jadi berupa mesin AGV dengan bentuk, model dan ukuran yang disesuaikan. Berikut adalah rangkaian komponen mesin AGV:



Gambar 2. Rangkaian Komponen Mesin AGV



Gambar 3. Desain Mesin AGV

## Kesimpulan

Berdasarkan matriks HOQ (House of Quality), diketahui terdapat 4 dimensi kualitas beserta bobotnya yaitu; fungsi (4.10), ergonomi (4.20), keandalan (3.77) dan estetika (4.13). Selain itu terdapat 8 technical requirement untuk memenuhi dimensi tersebut. Prototipe yang dihasilkan mempunyai navigasi terdiri dari sensor magnetik, sensor penghalang infrared dan rotary encoder. Sistem penggerak menggunakan motor DC dan motor servo dengan rangkaian pengendali arduino. Prototipe juga dilengkapi dengan sistem tenaga baterai yang mampu bertahan selama 3 jam dan mampu mengangkut beban hingga 25kg. Proses pengujian sistem dilakukan dengan menguji fungsionalitas dari setiap komponen penyusun AGV secara terpisah. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mekanik dan elektronik AGV bekerja sesuai dengan rancangan.

## Daftar Pustaka

- [1] “View of Penerapan Metode Quality Function Deployment dalam Memenuhi Kepuasan Konsumen pada Industri Komponen Otomotif.” [Online]. Available: <https://ejournal.umm.ac.id/index.php/industri/article/view/5175/pdf>. [Accessed: 19-Apr-2024].
- [2] D. Caesaron, J. Chandra, and H. Tannady, “Mengurangi Risiko Cidera Kerja Pada Buruh Angkut Berdasarkan Penilaian Rula Dengan Menggunakan Qfd,” *Univ. Bunda Mulia Jl. Lodan Raya*, vol. 3, no. 2, 2017.
- [3] S. Ray, Rudenko, N., *Materials Handling Equipment*, Mir Publishers, Moscow, 1986. 2008.
- [4] M. P. Groover, *Fundamentals of Modern Manufacturing: Materials, Processes, and Systems*. John Wiley & Sons, 2001.
- [5] E. Nurmianto, U. Ciptomulyono, Suparno, and S. Kromodihardjo, “Manual Handling Problem Identification in Mining Industry: An Ergonomic Perspective,” *Procedia Manuf.*, vol. 4, no. Iess, pp. 89–97, 2015.
- [6] Y. Akao, *Quality function deployment: integrating customer requirements into product design*. SteinerBooks, 2004.
- [7] L. Cohen, *Quality Function Deployment: How to Make QFD Work for You*. Prentice Hall, 1995.