

## **B200**

### **DOKUMEN TEKNIS SPESIFIKASI PRODUK**

#### **2.1. Pendahuluan**

##### **2.1.1. Ringkasan Isi Dokumen**

Dokumen ini berisikan uraian mengenai spesifikasi sistem yang ditawarkan dan dijanjikan akan dipenuhi dari pengembangan produk *AGV Robot picker*. Kajian mengenai spesifikasi menggunakan pendekatan solusi ideal dan solusi terapan yang telah dipetakan di dokumen B100. Dokumen ini digunakan sebagai acuan dalam proses perancangan produk *AGV Robot picker* yang direncanakan.

##### **2.1.2. Tujuan Penulisan, Aplikasi dan Fungsi Dokumen**

Dokumen ini berlaku untuk pengembangan produk *AGV Robot picker* untuk:

- 1) Penjelasan mengenai proses menurunkan spesifikasi dari solusi terapan yang dipetakan di dokumen B100.
- 2) Penjabaran spesifikasi yang dijanjikan dari produk *AGV Robot picker* yang dikerjakan.
- 3) Menjadi acuan untuk proses perancangan sistem keseluruhan dan penjabaran skenario pengujian yang akan dilakukan.
- 4) Pemenuhan komponen penilaian mata kuliah Metodologi Penelitian dan Skripsi di lingkup Program Studi Teknik Elektro.

U N I V E R S I T A S  
M U L T I M E D I A  
N U S A N T A R A

## 2.2. Spesifikasi Pengembangan Produk

### 2.2.1. Definisi, Fungsi dan Spesifikasi

Produk yang akan dikembangkan adalah *AGV Robot picker*. *AGV Robot picker* adalah robot yang bersifat *mobile*, yang bertugas untuk mengambil barang dari suatu tempat penyimpanan dan membawanya ke tujuan akhir. Untuk mencapai fungsi ini, robot harus mampu untuk bergerak, mencapai tujuan akhir dan mengambil/melepaskan barang. Karena robot yang dikembangkan adalah robot *AGV*, robot akan bergerak mengikuti jalur yang telah dikhususkan; dan pada produk ini, jalur yang digunakan adalah jalur hitam. Pada robot yang akan dikembangkan, komponen-komponen umum yang akan digunakan adalah seperti berikut: motor DC, motor *stepper*, roda, mikrokontroler, baterai, sensor IR, servo, sistem katrol, dan tangan pengambil barang. Skenario dari pemanfaatan produk adalah sebagai alat yang menaruh dan mengambil barang pada tempat penyimpanan dalam pergudangan.

Secara umum cara kerja dari produk adalah pengguna akan menghubungkan terlebih dahulu robot dengan perangkat eksternal. Pengguna kemudian akan memasukkan tujuan akhir, posisi awal dari robot dan tugas dari robot; baik itu untuk mengambil atau meletakkan barang. Setelah pengguna memasukkan ketiga data tersebut, pengguna akan mengirimkan perintah ke robot dengan menekan tombol “send”. Setelah robot menerima perintah, robot akan memberikan sinyal kepada pengguna bahwa perintah telah diterima dan kemudian akan bergerak sesuai dengan perintah yang diberikan.

Spesifikasi umum produk mengikuti kebutuhan dari robot untuk bekerja, yaitu: jalur khusus yang memiliki lebar wilayah pergerakan minimal sebesar 50 cm, radius wilayah gerak perputaran robot sebesar 90 cm, dan tinggi wilayah gerak robot minimal 120 cm. Spesifikasi khusus dari produk adalah komponen-komponen yang bekerja dalam robot memiliki *operating voltage* sebesar 3.3VDC atau 5VDC untuk modul elektronik statik, dan 12VDC untuk modul elektronik yang non-statik.

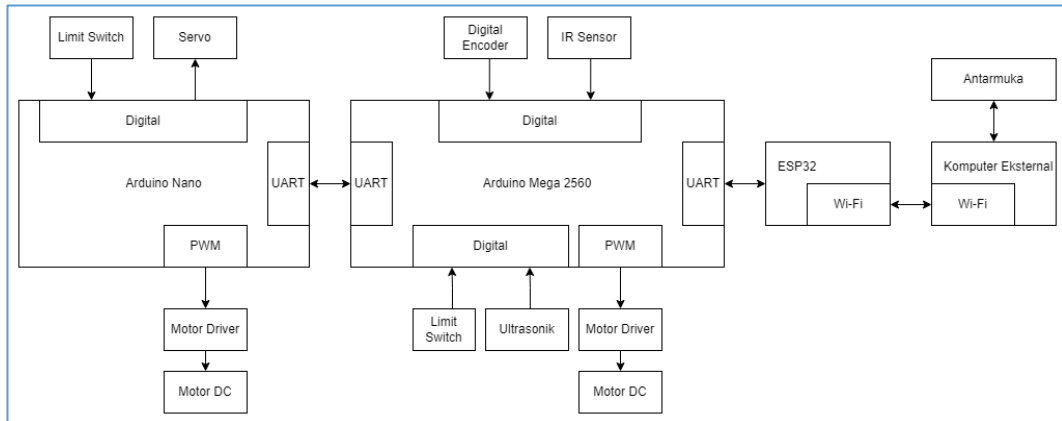
Hambatan yang ada dalam produk ini adalah kebutuhan untuk menyesuaikan ukuran robot dengan jalur yang dapat dilalui oleh manusia. Selain daripada itu, *operating voltage* dari sistem disesuaikan dengan *operating voltage* dari ekosistem Arduino, yaitu pada 3.3VDC dan 5VDC, sehingga harus dapat menggunakan/berkomunikasi antar beda tegangan operasi. Robot juga memiliki ukuran barang minimum yang dapat diambil agar robot dapat digunakan untuk berbagai jenis dan ukuran barang yang terkakup dalam ukuran tersebut. Tegangan dari modul elektronik non-statik ditetapkan menjadi 12VDC menyesuaikan dengan tegangan sumber baterai yang digunakan oleh robot.

### **2.2.2. Desain Produk**

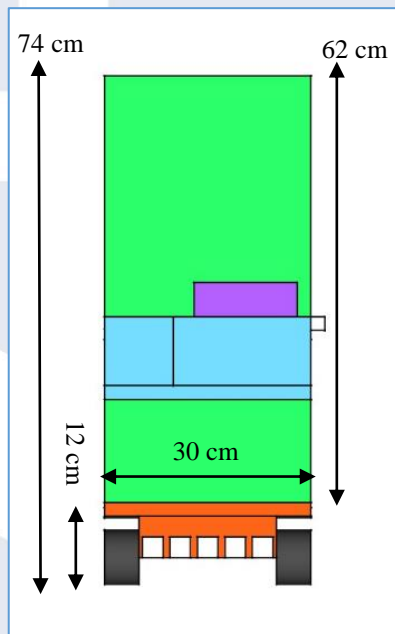
Sistem dari AGV *Robot picker* terdiri dari 3 mikrokontroler yang saling terhubung secara *serial*. Ketiga mikrokontroler tersebut adalah: Arduino Mega 2560, ESP32, dan Arduino Nano. Mega memiliki tanggung jawab untuk mengendalikan sensor dan aktuator pada tubuh utama robot. Nano memiliki tanggung jawab untuk mengendalikan sensor dan aktuator pada tangan robot. ESP32 bertanggung jawab untuk mengatur komunikasi antara robot dengan komputer eksternal. Hubungan ketiga mikrokontroler ini dengan komponen-komponen elektronik lain ditampilkan pada Gambar 2. 1

Bentuk dari robot ditampilkan pada Gambar 2. 2. Rangkaian elektronik robot utama menetap pada tubuh utama robot dan komponen yang berada di luar untuk kepentingan fungsionalitas produk adalah: sensor IR, sensor ultrasonik dan tangan robot agar dapat berinteraksi dengan dunia luar. Secara visual, AGV *Robot picker* memiliki empat roda untuk mendukung kemampuan bergerak, 5 sensor IR untuk mengikuti jalur khusus robot, satu motor DC untuk menggerakkan tangan robot dan dua servo pada tangan robot untuk mengambil/melepaskan benda.

Berikut adalah diagram blok dari sistematisasi pengoperasian sistem dan gambaran dari desain produk yang akan dikembangkan ketika statik dan operasional.

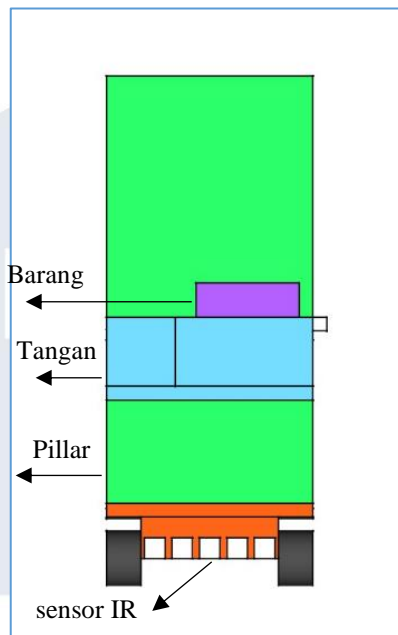


Gambar 2. 1 Diagram Blok Sistematika Pengoperasian Sistem

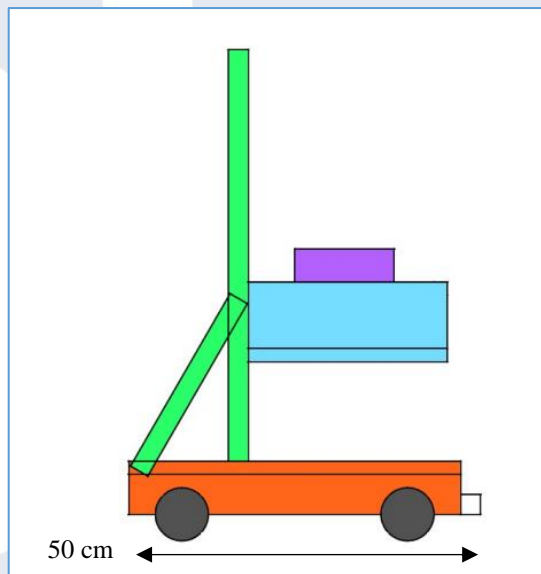


Gambar 2. 2 Tampak Depan AGV Robot picker

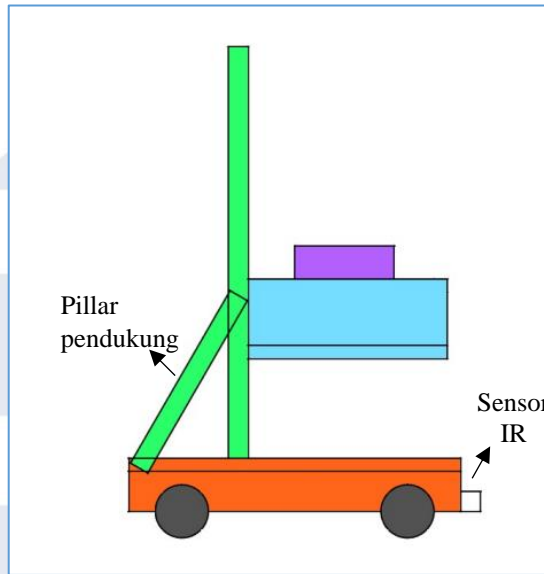
UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA



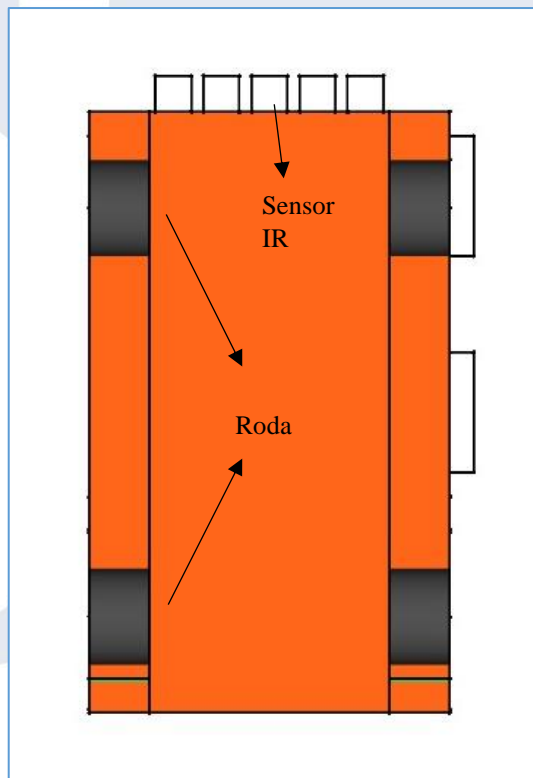
Gambar 2. 3 Deskripsi Tampak Depan AGV *Robot picker*



Gambar 2. 4 Tampak Samping AGV *Robot picker*

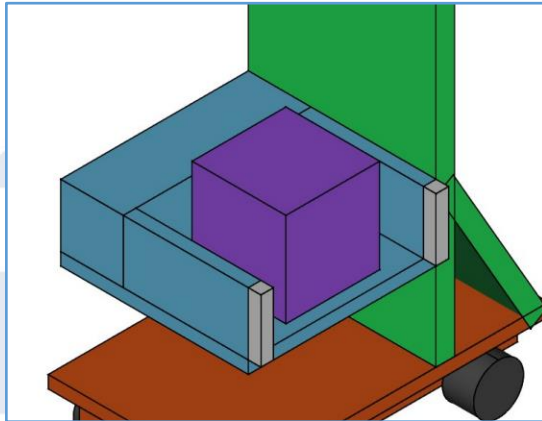


Gambar 2. 5 Deskripsi Tampak Samping AGV *Robot picker*

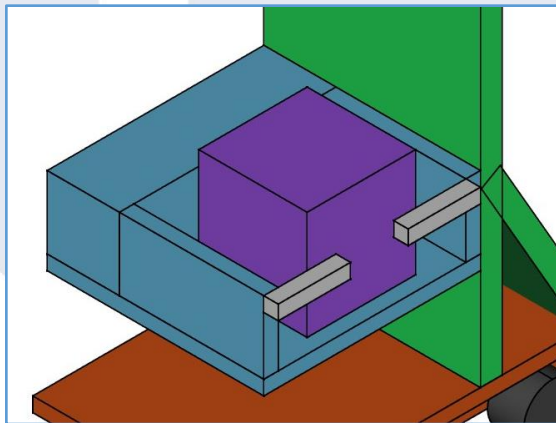


Gambar 2. 6 Deskripsi Tampak Bawah AGV *Robot picker*

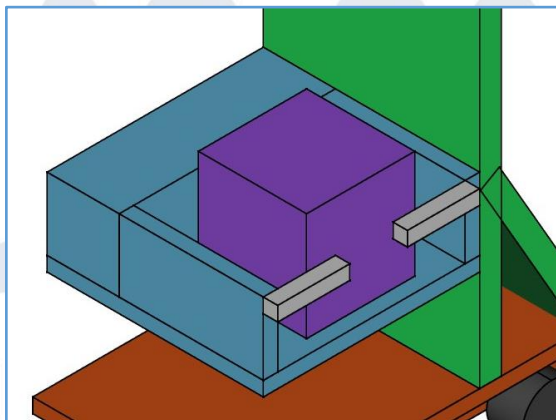
Berikut adalah tampilan dari produk yang sedang bekerja:



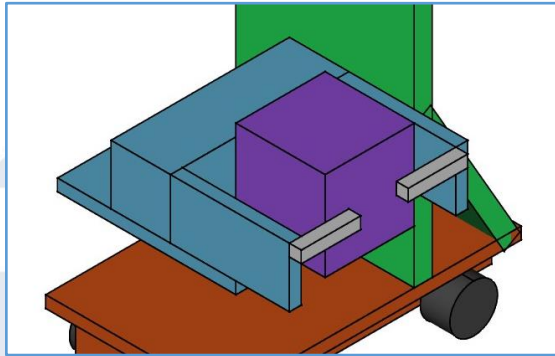
Gambar 2. 7 Tangan Robot dalam Kondisi Tidak Mencengkeram



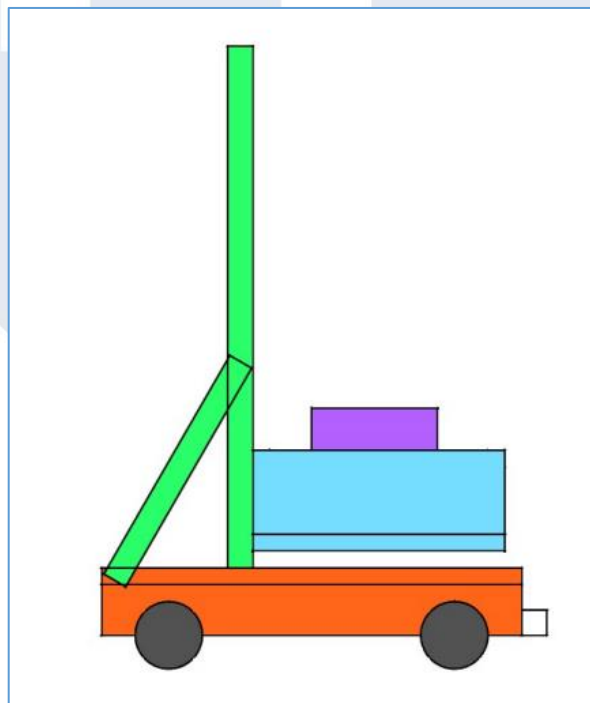
Gambar 2. 8 Tangan Robot dalam Kondisi Mencengkeram



Gambar 2. 9 Tampilan Robot Memegang Barang



Gambar 2. 10 Tampilan Robot Mendorong Barang



Gambar 2. 11 Tampilan Robot Tangan Sedang Dalam Kondisi Turun

## A. Interaksi Pengguna dan Sistem

Pengguna berinteraksi dengan sistem lebih banyak melalui perangkat lunak dibandingkan dengan perangkat keras. Interaksi pengguna dengan perangkat keras hanya untuk menyalakan robot di awal. Interaksi pengguna melalui perangkat lunak adalah untuk supervisi dan pemberian perintah. Berikut adalah deskripsi detail mengenai interaksi pengguna dengan sistem

1. Menyalakan robot



Robot dinyalakan dengan menekan tombol Power ON, begitu pula untuk mematikkannya dengan menekan tombol yang sama.

2. Pengaturan konektivitas robot

Pengaturan konektivitas robot dapat dilakukan dengan membuat jaringan Wi-Fi menyesuaikan dengan jaringan *default* yang diincar oleh robot, yaitu dengan nama “MainNetwork”. Setelah robot terhubung, gunakan aplikasi AGV Control Panel untuk terhubung dengan robot.

3. Sistem *monitoring*

Sistem *monitoring* menampilkan posisi robot pada saat ini, tujuan robot, tugas robot, dan kondisi robot memegang benda. Selain daripada itu, sistem *monitoring* juga berfungsi sebagai antarmuka dari pemberi perintah robot. Penggunaan sistem *monitoring* diperlukan terlebih dahulu untuk terhubung dengan robot.

## **B. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Kemampuan dan Fungsionalitas**

Spesifikasi dari sistem yang digunakan sebagai acuan untuk pengembangan produk ini dijabarkan seperti berikut:

1. Dimensi Produk

Dimensi produk memiliki ukuran panjang 50 cm, lebar 30 cm, dan tinggi 80 cm.

2. Maksimum tinggi pengambilan barang

Tinggi maksimum pengambilan barang ditentukan oleh tinggi *pillar* atau alat penyokong tangan pengambil barang. Mengikuti desain produk yang diajukan, ketinggian maksimum untuk mengambil barang setinggi 30 cm.

3. Maksimum bobot barang

Bobot maksimum dari barang yang diharapkan untuk dapat diambil adalah 500 gram.

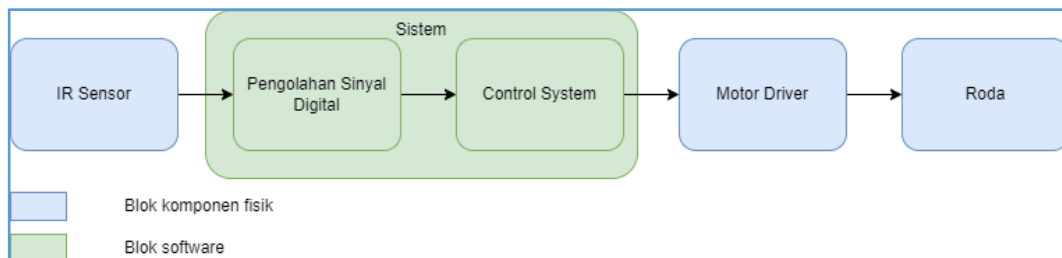
4. Maksimum dimensi barang

Maksimum dimensi barang yang diharapkan untuk dapat diambil dan ditaruh adalah: panjang 15 cm, lebar 15 cm, dan tinggi 10 cm.

Selain dari spesifikasi yang telah dijabarkan di atas, spesifikasi selanjutnya adalah spesifikasi yang dijadikan acuan untuk operasi sistem. Spesifikasi tersebut dijabarkan dari DFD atau *Data Flow Diagram*, di mana DFD akan menjelaskan alur komunikasi sistem dari satu blok ke blok lainnya. DFD dipecah menjadi berbagai sistem yang terdiri dari 6 sistem utama, di antaranya adalah: *Automated Guided Vehicle*, Tangan Robot, Lokalisasi Robot, Komunikasi, *Anti-Collision*, dan *Task Management*. Beberapa dari sistem utama memiliki subsistem yang lebih lanjut, guna mempermudah bentuk implementasi dari modularitas software.

## B.1. Sistem Automated Guided Vehicle

Sistem *Automated Guided Vehicle* adalah sistem yang bertanggung jawab untuk mengatur pergerakan robot agar mengikuti jalur khusus robot. Sistem menggunakan akuisisi sinyal digital sensor IR, yang kemudian diproses untuk memungkinkan robot tetap berada pada jalurnya. Setelah menemukan perbaikan yang dibutuhkan, sistem akan memberikan perubahan pada sinyal aktuator motor robot.



Gambar 2. 12 *Data Flow Diagram* Sistem *Automated Guided Vehicle*

### B.1.1. Subsistem Pengolahan Sinyal Digital

Tabel 2. 1 Keterangan Blok Subsistem Pengolahan Sinyal Digital

Input	Sinyal Digital dari sensor IR
Output	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posisi sensor IR di atas jalur khusus</li> </ul>
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Menentukan posisi dari robot relatif terhadap jalur khusus</li> </ul>
Input	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinyal Digital dari sensor IR</li> </ul>

## B.1.2. Subsistem Control System

Tabel 2. 2 Keterangan Blok Subsistem *Control System*

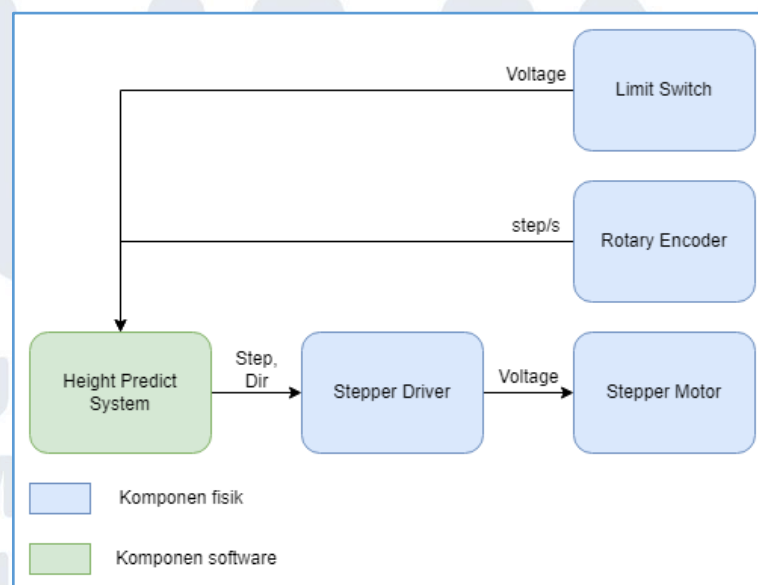
Parameter	Keterangan
Input	<ul style="list-style-type: none"><li>• Posisi kendaraan relatif terhadap jalur khusus</li></ul>
Output	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sinyal PWM motor</li></ul>
Fungsi	<ul style="list-style-type: none"><li>• Memperbaiki kondisi robot agar berada pada jalur khusus</li></ul>

## B.2. Sistem Tangan Robot

Sistem Tangan Robot adalah sistem yang bertanggung jawab untuk mengatur pergerakan tangan robot ketika sedang mengambil atau menaruh barang, dari atau ke tempat penyimpanan. Oleh karena itu, sistem Tangan Robot dipecah menjadi dua subsistem, yaitu: subsistem *Height Control* dan subsistem *Gripper*.

Subsistem *Height Control* menggunakan *rotary encoder* untuk mengetahui posisi ketinggian tangan beserta dengan *limit switch* sebagai referensi awal ketinggian, dan menggunakan motor *stepper* untuk menggerakkan tangan tersebut untuk naik dan turun. Subsistem *Gripper* menggunakan motor untuk mengeluarkan tangannya, *limit switch* untuk mendeteksi posisi tangan, dan servo untuk menjepit atau melepaskan barang tersebut.

### B.2.1. Subsistem Height Control

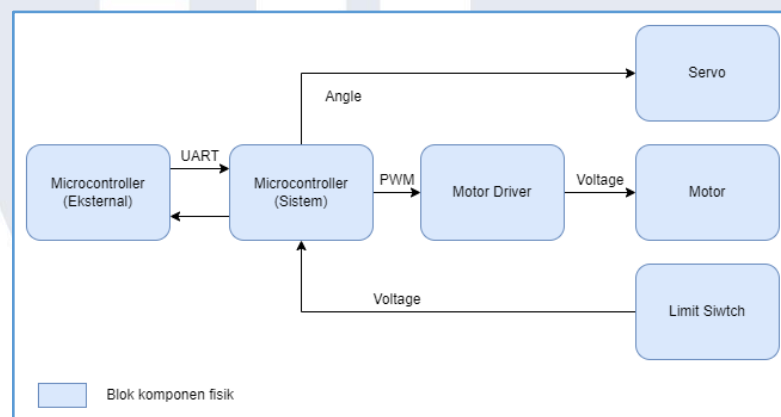


Gambar 2. 13 Data Flow Diagram Subsistem *Height Control*

Tabel 2. 3 Keterangan DFD Subsistem *Height Control*

Parameter	Keterangan
<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Perputaran <i>encoder</i></li> <li>• Titik minimum tangan robot</li> </ul>
<b>Output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pergerakan motor <i>stepper</i></li> </ul>
<b>Fungsi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memperbaiki posisi agar berada di posisi yang diinginkan</li> </ul>

### B.2.2.Subsistem *Gripper*



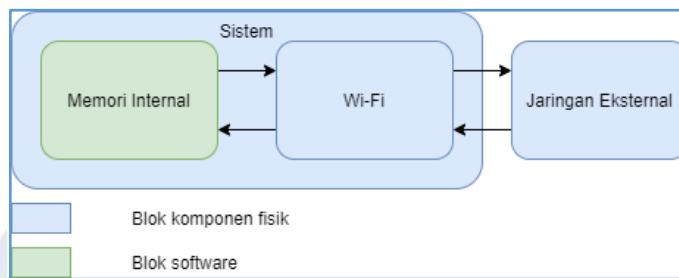
Gambar 2. 14 *Data Flow Diagram* Subsistem *Gripper*

Tabel 2. 4 Keterangan DFD Subsistem *Gripper*

Parameter	Keterangan
<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posisi maju/mundur subsistem</li> <li>• Perintah untuk ambil/taruh</li> </ul>
<b>Output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sinyal PWM motor</li> <li>• Sinyal derajat servo</li> <li>• Kondisi subsistem saat ini</li> </ul>
<b>Fungsi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengendalikan subsistem <i>gripper</i> secara independen</li> <li>• Menarik atau mengeluarkan tangan</li> <li>• Menggenggam atau melepaskan tangan</li> </ul>

### B.3. Sistem Komunikasi

Sistem Komunikasi adalah sistem yang bertanggung jawab untuk mengendalikan perpindahan informasi dari robot ke jaringan luar dan sebaliknya. Perpindahan informasi yang dikeluarkan dari robot terdiri dari: foto digital, posisi robot, tujuan robot, status robot; perpindahan informasi yang dari jaringan eksternal ke robot adalah: perintah mengambil barang dan perintah menaruh barang.



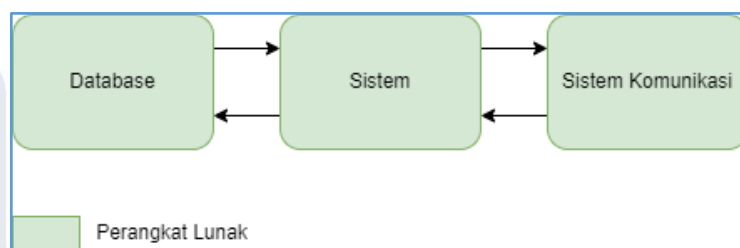
Gambar 2. 15 Data Flow Diagram Sistem Komunikasi

Tabel 2. 5 Keterangan DFD Sistem Komunikasi

Parameter	Keterangan
<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Barang yang ingin diambil</li> <li>• Barang yang ingin ditaruh</li> </ul>
<b>Output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Status Robot</li> <li>• Tujuan akhir Robot</li> <li>• Posisi Robot</li> </ul>
<b>Fungsi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memungkinkan untuk memonitor robot</li> </ul>

#### B.4. Sistem Lokalisasi Robot

Sistem Lokalisasi Robot adalah sistem yang bertanggung jawab untuk menentukan posisi robot sekarang. Sistem Lokalisasi Robot terdiri dari *input* dari sistem komunikasi mengenai posisi robot pada awal robot menyala.

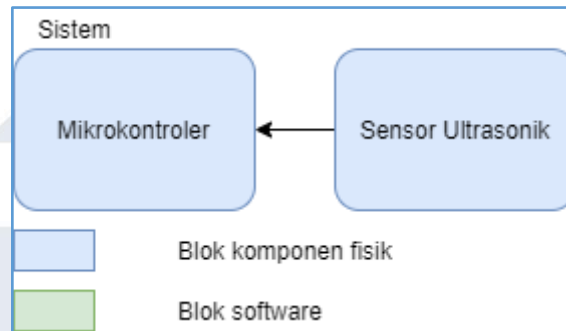


Gambar 2. 16 Data Flow Diagram Sistem Lokalisasi Robot

Tabel 2. 6 Keterangan DFD Sistem Lokalisasi Robot

Parameter	Keterangan
<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posisi Robot</li> </ul>
<b>Output</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Posisi Robot</li> </ul>
<b>Fungsi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mengetahui posisi robot di dunia</li> </ul>

## B.5. Sistem Anti-Collision

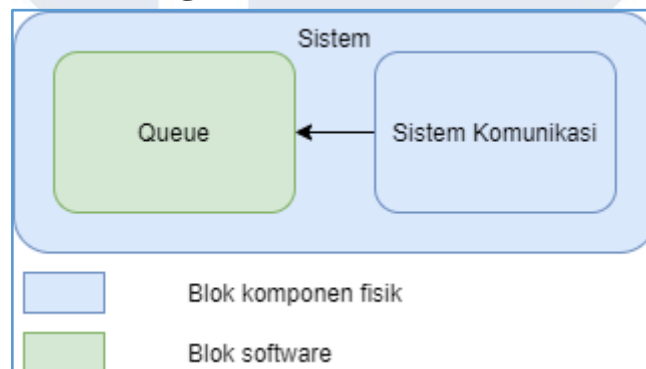


Gambar 2. 17 Data Flow Diagram Sistem Anti-Collision

Tabel 2. 7 Keterangan DFD Sistem Anti-Collision

Parameter	Keterangan
<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Jarak dari benda fisik</li> </ul>
<b>Output</b>	-
<b>Fungsi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mengukur jarak robot dari lingkungan sekitar</li> </ul>

## B.6. Sistem Task Management



Gambar 2. 18 Data Flow Diagram Sistem Task Management

Tabel 2. 8 Keterangan DFD Sistem Task Management

Parameter	Keterangan
<b>Input</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Permintaan untuk pengambilan</li> <li>Permintaan untuk penyimpanan</li> <li>Tujuan Robot</li> </ul>
<b>Output</b>	-
<b>Fungsi</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Memasukkan perintah terbaru ke daftar tugas yang perlu dilakukan</li> </ul>

### C. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Standarisasi

Standarisasi industri yang akan diikuti oleh produk yang akan dikembangkan adalah:

1. SNI 04-1685-1989, mengenai standar produk terhadap suhu ruang, tekanan udara, kelembaban dan getaran.
2. IP 22, *ingress protection*, standar mengenai proteksi produk terhadap debu, interaksi dengan anggota tubuh manusia dan cipratan air.
3. EN 50144-1, standar mengenai keselamatan peralatan elektrik yang menggunakan motor elektrik.
4. Energy Star, standar penggunaan daya pada produk elektronik.

### D. Spesifikasi Sistem Berdasarkan Keandalan dan Perawatan

Target *mean time before failure* (MTBF) dari produk yang dirancang adalah 2.160 jam, sedangkan *mean time to repair* (MTTR) adalah 30 jam. Penyimpanan produk disarankan untuk disimpan pada kondisi tersebut:

1. Suhu ruangan kurang-lebih 5 derajat celcius dari suhu ruangan,
2. Jauhkan robot dari cairan apa pun,
3. Jauhkan robot dari api,
4. Jauhkan robot dari jangkauan anak-anak,
5. Jauhkan robot dari tempat yang mudah jatuh.

#### D.1. Spesifikasi Sistem Berdasarkan *Constraint*/Hambatan

Berikut adalah hal yang menjadi hambatan spesifikasi sistem:

- Bobot sistem maksimum dalam keadaan kosong adalah 10 kg.
- *Operating voltage* ekosistem Arduino adalah 3.3VDC dan 5VDC.
- Biaya material sistem tidak lebih dari 4 juta.
- Dapat melalui jalur ukuran manusia,
- Dimensi barang yang dapat diambil minimal 1000 cm<sup>3</sup>.

### 2.2.3. Verifikasi Spesifikasi Produk

#### A. Prosedur Pengujian

Prosedur pengujian dari produk yang akan diuji adalah dengan mengambil dan menaruh barang dari suatu tempat ke tempat lain; baik itu dari luar tempat penyimpanan ke tempat penyimpanan, dari tempat penyimpanan ke tempat luar, ataupun antar tempat penyimpanan. Metode penilaian dari prosedur pengujian dirancang secara pribadi oleh peneliti dan poin-poin pengujian yang dirancang adalah seperti berikut beserta nilai poin dari tiap acuan:

1. Robot mampu bergerak, (15 poin)
2. Robot mampu bergerak mengikuti jalur khusus robot, (15 poin)
3. Robot mampu bergerak menuju tempat penyimpanan, (15 poin)
4. Robot mampu mengambil barang dari suatu tempat, (10 poin)
5. Robot mampu untuk menyimpan barang yang diambil, (10 poin)
6. Robot mampu bergerak menuju tempat *drop-off* yang ditentukan, (15 poin)
7. Robot dapat melakukan semua di atas namun untuk menaruh barang, (10 poin)
8. Robot mampu melakukan yang sama dengan berat barang hingga 2 kilogram. (10 poin)

Keberhasilan dari robot untuk mencapai spesifikasi dinilai dari tingkat kemampuan untuk mencapai poin-poin yang diacu, dan penilaian tersebut bersifat *point based*. Semakin besar dari poin, semakin besar tingkat kelulusannya. Hasil penilaian tersebut mengikuti daftar berikut:

1. Poin  $\geq 90$  : Sukses
2. Poin  $\geq 80$  : Sukses sebagian
3. Poin  $\geq 70$  : Cukup
4. Poin  $\geq 60$  : *Barely Functional*
5. Poin  $< 60$  : Gagal



## **B. Analisis Toleransi**

Metode pengujian toleransi menggunakan cara-cara berikut:

1. Pencahayaan ruangan: Melakukan pengujian secara berulang dengan tingkat pencahayaan ruang yang berbeda, sehingga didapatkan toleransi dari pencahayaan ruangan untuk robot dapat bekerja tanpa ada kendala berlebihan.
2. Kondisi jalur khusus: Melakukan pengujian secara berulang dengan tingkat kondisi jalur khusus robot berbeda-beda, yang memberikan kebutuhan kondisi jalur khusus robot agar robot tetap dapat mengikuti jalur tersebut.
3. Distribusi berat pada barang: Melakukan pengujian secara berulang dengan distribusi berat barang yang diangkat berbeda-beda untuk melihat dampak distribusi berat barang pada kemampuan untuk mengambil atau menaruhnya barang oleh robot.

## **C. Pelaksanaan Pengujian**

Pelaksanaan pengujian dilakukan dalam kondisi ruangan tertutup yang mensimulasikan kondisi pergudangan. Ruang yang digunakan adalah ruangan yang memiliki tingkat pencahayaan yang bagus oleh lampu agar dapat diubah tingkat pencahayaannya dalam waktu analisis toleransi. Ruang yang digunakan adalah ruang luas yang dapat digunakan untuk mensimulasikan pergerakan robot dalam gudang, di mana ruang tersebut dapat diletakkan jalur-jalur khusus yang mensimulasikan jalur dalam gudang.

### **2.2.4. Biaya dan Jadwal**

#### **A. Kebutuhan Biaya**

Kebutuhan biaya yang tertera di B100 adalah biaya perkiraan dasar pengembangan produk tanpa biaya SDM. Kebutuhan biaya tersebut dijabarkan lebih detail dalam dokumen ini pada tabel berikut.

Tabel 2. 9 Analisis Kebutuhan Biaya

No.	Deskripsi	Jumlah	Harga Satuan	Total
1	Arduino Mega 2560	1 buah	Rp. 125.000	Rp 125.000
2	ESP32-WROOM32	2 buah	Rp 70.000	Rp 140.000
3	Motor Driver L298N	2 buah	Rp 20.000	Rp 60.000
4	25GA370	2 buah	Rp 90.000	Rp 180.000
5	Rotary Encoder KY-040	2 buah	Rp 12.000	Rp 24.000
6	Roda	2 buah	Rp 10.000	Rp 40.000
7	Limit Switch	3 buah	Rp 4.900	Rp 14.700
8	Servo MG90s	2 buah	Rp 20.000	Rp 40.000
9	Baterai Aki 12V	1 buah	Rp 200.000	Rp 200.000
10	Aki Charger 12V	1 buah	Rp 150.000	Rp 150.000
11	Jumper Cable	100 buah	Rp 700	Rp 70.000
12	Ball Bearing	2 buah	Rp 16.000	Rp 32.000
13	XH-M401 XL4016E1 DC-DC Step Down Voltage Regulator	1 buah	Rp 38.000	Rp 38.000
14	HC-SR04 Ultrasonic Sensor	3 buah	Rp 15.000	Rp 45.000
15	GA12-N20 DC Motor	1 buah	Rp 20.000	Rp 20.000
16	Tubuh Robot	1 buah	Rp 650.000	Rp 650.000
17	DRV8825	1 buah	Rp 28.000	Rp 28.000
18	Motor <i>stepper</i>	1 buah	Rp 40.000	Rp 40.000
19	Roda Bebas	2 buah	Rp 40.000	Rp 80.000
20	Tali Tambang 6 mm	1 buah	Rp 50.000	Rp 50.000
21	Katrol burung	3 buah	Rp 20.000	Rp 60.000
			<b>Total</b>	<b>Rp 2.086.700</b>

## B. Jadwal dan Waktu Pengembangan

Jadwal dan waktu pengembangan dimuatkan dalam bentuk *Gantt Chart* dan *Tabel Milestones & Deliverables* seperti berikut.

Tabel 2. 10 *Gantt Chart* Jadwal Pengembangan Produk

No.	Deskripsi	Waktu																	
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1	Studi Pustaka	■	■	■															
2	Perumusan Masalah	■	■																
3	Analisis Strategis		■	■	■														
4	Dokumen Proposal		■	■	■	■	■												
5	Analisis Standar				■	■	■	■	■										
6	Analisis Spek				■	■	■	■	■										
7	Dokumen Spesifikasi							■	■	■	■	■							

8	Analisis Desain		
9	3D Mockup		
10	Dokumen Perancangan		

Tabel 2. 11 *Milestones & Deliverables* Pengembangan Produk

<b>Fase</b>	<b>Deliverables</b>	<b>Jadwal</b>	<b>Kebutuhan Sumberdaya</b>
Konsep Produk	B100 Proposal	Oktober 2021	Literatur
Analisis	B200 Spesifikasi Fungsional	November 2021	- Spek standar - Engineer
Desain	B300 Skematik dan Rancangan Sistem Keseluruhan	Januari 2022	- Dev Tools - Penguasaan Teknologi Pendukung - Literatur - Engineer
Implementasi	B400 Implementasi Prototype Lab	Maret 2022	- Dev Tools - Outsource PCB - Engineer
Uji Sistem	Field Prototype	Juni 2022	- Ruangan - Test Equipment - Field Trial Facility - Test Engineer
Analisis, Kesimpulan dan Dokumentasi	B500	Agustus 2022	- ATK

U M N  
UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA