

**PERANCANGAN TROLI *MATERIAL HANDLING*
MENGUNAKAN SISTEM *AUTOMATIC GUIDE VEHICLE*
(AGV) DENGAN METODE PERANCANGAN VDI 2206
UNTUK PT. AUTOPLASTIK INDONESIA**

Tugas Akhir

Disusun sebagai salah satu syarat untuk
menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan Diploma IV

Oleh

Fawzan Putratama Sudarmanto

220322007



**PROGRAM STUDI REKAYASA PERANCANGAN MEKANIK
JURUSAN TEKNIK PERANCANGAN MANUFAKTUR
POLITEKNIK MANUFAKTUR BANDUNG**

2024

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir yang berjudul:

**PERANCANGAN TROLI *MATERIAL HANDLING*
MENGUNAKAN SISTEM *AUTOMATIC GUIDE VEHICLE*
(AGV) DENGAN METODE PERANCANGAN VDI 2206
UNTUK PT. AUTOPLASTIK INDONESIA**

Oleh:

Fawzan Putaratama Sudarmanto

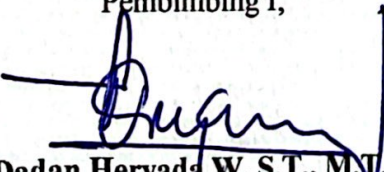
220322007

Telah direvisi, disetujui, dan disahkan sebagai Tugas Akhir penutup program
pendidikan Sarjana Terapan (Diploma IV)
Politeknik Manufaktur Bandung

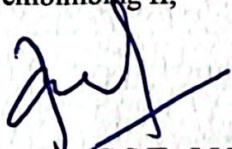
Bandung, 14 Agustus 2024

Disetujui,

Pembimbing I,

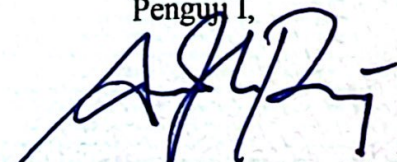

Dadan Hervada W, S.T., M.T.
NIP. 196206141989031002

Pembimbing II,


Ade Ramdan, S.S.T., M.T.
NIP. 198008092008101001

Disahkan,

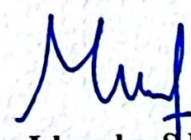
Penguji I,


M. Aditva R., S.Tr., M.Sc., Ph.D
NRP.216412005

Penguji II,


Reka Ardi Prayoga, S.T., M.T
NIP. 199402072024061001

Penguji III,


Metha Islameka, S.Pd., M.T
NIP. 199604152022032015

PERNYATAAN ORISINALITAS

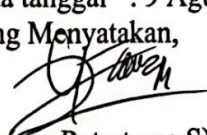
Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fawzan Putratama S
NIM : 220322007
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Perancangan Troli *Material Handling*
Menggunakan Sistem *Automatic Guided Vehicle* (AGV) Dengan Metode Perancangan VDI 2206 Untuk PT. Autoplastik Indonesia

Menyatakan bahwa:

1. Tugas akhir ini adalah hasil karya saya sendiri (orisinal) atas bimbingan para Pembimbing.
2. Dalam tugas akhir ini tidak terdapat keseluruhan atau sebagian tulisan orang lain yang saya ambil dengan cara menyalin atau meniru dalam bentuk rangkaian kalimat atau simbol yang menunjukkan gagasan atau pendapat atau pemikiran dari penulis lain, yang saya akui seolah-olah sebagai tulisan saya sendiri, dan/atau tidak terdapat bagian atau keseluruhan tulisan yang saya salin, tiru, atau yang saya ambil dari tulisan orang lain tanpa memberikan pengakuan penulis aslinya (referensi).
3. Bila kemudian terbukti bahwa saya melakukan tindakan yang bertentangan dengan hal tersebut di atas, baik disengaja atau tidak, saya bersedia menerima akibatnya sesuai dengan ketentuan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 9 Agustus 2024
Yang Menyatakan,

(Fawzan Putratama S)
NIM 220322007

PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)

Sebagai Civitas Akademika Politeknik Manufaktur Bandung, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Fawzan Putratama S
NIM : 220322007
Jurusan : Teknik Perancangan Manufaktur
Program Studi : Rekayasa Perancangan Mekanik
Jenjang Studi : Diploma 4
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : Perancangan Troli *Material Handling*
Menggunakan Sistem *Automatic Guided Vehicle* (AGV) Dengan Metode Perancangan VDI 2206 Untuk PT. Autoplastik Indonesia

Menyatakan/menyetujui bahwa:

1. Segala bentuk Hak Kekayaan Intelektual terkait dengan tugas akhir tersebut menjadi milik Institusi Politeknik Manufaktur Bandung, yang selanjutnya pengelolaanya berada dibawah Jurusan dan Program Studi, dan diatur sesuai dengan ketentuan yang berlaku.
2. Memberikan kepada Politeknik Manufaktur Bandung Hak Bebas Royalti Noneksklusif (Non-exclusive Royalty-Free Right) atas hasil tugas akhir saya tersebut. beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini, maka Politeknik Manufaktur Bandung berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama-nama Dosen Pembimbing dan nama saya sebagai anggota penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Bandung
Pada tanggal : 9 Agustus 2024
Yang Menyatakan,


(Fawzan Putratama S)
NIM 220322007

MOTO PRIBADI

"Tugas akhir, pintu gerbang menuju mimpi yang nyata. Tiap kata, tiap angka, tiap eksperimen, menyusun jejak perjalanan menuju kesuksesan. Jangan hentikan langkah, walaupun rintangan datang bertubi-tubi. Karena di ujungnya, ada penghargaan untuk ketekunan dan dedikasi. Teruslah menulis, teruslah menghitung, teruslah bereksperimen.

Karena tugas akhir bukan hanya tentang capaian akademis, tapi juga tentang pertumbuhan pribadi dan perjalanan menuju kesuksesan."

"Ya Allah. Kupersembahkan segala rasa syukur dan penghormatan kepada-Mu, kepada orangtua yang telah membesarkanku, dan kepada pembimbing yang telah membimbing langkahku menuju kesuksesan.

Semoga setiap langkahku selalu dalam ridha-Mu."

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah yang hanya kepadaNya kami memuji, memohon pertolongan, dan mohon keampunan. Kami berlindung kepadaNya dari kekejian diri dan kejahatan amalan kami. Barang siapa yang diberi petunjuk oleh Allah maka tidak ada yang dapat menyesatkan, dan barang siapa yang tersesat dari jalanNya maka tidak ada yang dapat memberinya petunjuk. Dan aku bersaksi bahwa tiada sembah yang berhak disembah melainkan Allah saja, yang tiada sekutu bagiNya. Dan aku bersaksi bahwa Muhammad adalah hambaNya dan RasulNya.

Atas petunjuk dan pertolongan-Nya, Alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan judul: “ Perancangan Troli *Material Handling* Menggunakan Sistem *Automatic Guided Vehicle* (AGV) dengan Metode Perancangan VDI 2206 untuk PT. Autoplastik Indonesia ”.

Tugas akhir dibuat dalam rangka memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Sarjana Terapan (Diploma-IV) pada Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik di Politeknik Manufaktur Bandung.

Terselesaikannya tugas akhir ini tidak terlepas dari bantuan banyak pihak, sehingga pada kesempatan ini dengan segala kerendahan hati dan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih yang sebesar-besarnya bagi semua pihak yang telah memberikan bantuan moril maupun materil baik langsung maupun tidak langsung dalam penyusunan skripsi ini hingga selesai, terutama kepada yang saya hormati:

1. Direktur Politeknik Manufaktur Bandung, Bapak Mohammad Nurdin, S.T., M.AB.
2. Ketua Jurusan Teknik Perancangan Manufaktur , Bapak Bustami Ibrahim, S.S.T., M.T.
3. Ketua Program Studi Rekayasa Perancangan Mekanik, Bapak Riky Adhiharto, S.T., M.T.
4. Para Pembimbing tugas akhir Bapak Dadan Heryada W, S.T., M.T., dan Bapak Ade Ramdan, S.S.T., M.T.
5. Para Penguji sidang tugas akhir Bapak M. Aditya Royandi, S.Tr., M.Sc., Ph.D., Bapak Reka Ardi Prayoga, S.T.,M.T., dan Ibu Metha Islameka, S.Pd.,M.T.

6. Panitia tugas akhir Bapak Hanif Azis Budiarto S.Tr., M.T.
7. Teristimewa kepada Orang Tua penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan pengorbanannya baik dari segi moril, materi kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini.
8. Untuk teman dekat dan adik saya yang telah telah menyemangati saya dalam mengerjakan tugas akhir.
9. Buat sahabat – sahabat saya yang sama-sama berjuang dalam tugas akhir ini saling memberi semangat dan motivasi.

Akhir kata penulis menyadari bahwa dalam penulisan tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, penulis memohon saran dan kritik yang sifatnya membangun demi kesempurnaannya dan semoga bermanfaat bagi kita semua. Aamiiin Ya Robbal Alamin.

Bandung, 9 Agustus 2024

Penulis

ABSTRAK

Penelitian ini muncul sebagai respons terhadap banyaknya operator yang terlibat dalam proses pemindahan barang di lingkungan perusahaan, serta sering terjadinya kecelakaan kerja dalam proses material handling yang mengakibatkan keterlambatan pengiriman atau kerugian perusahaan. Oleh karena itu, diperlukan troli material handling tanpa pengendali agar proses penanganan material dapat dijalankan dengan lebih efisien. Penelitian ini bertujuan untuk merancang troli material handling yang mengadopsi sistem *automatic guided vehicle* (AGV), mampu membawa barang dengan berat hingga 250 kg, dan menggunakan sistem digitalisasi sebagai alat pengoperasian. Metode perancangan yang digunakan adalah VDI 2206, dengan tahapan kerja sebagai berikut: mengumpulkan informasi untuk mengidentifikasi persyaratan kuantitatif, tahap arsitektur yang mencakup struktur mekanik, elektronik, dan komponen informatika, tahap implementasi elemen sistem, tahap penggabungan elemen dan subsistem, tahap validasi elemen dan subsistem, serta tahap akhir yang mencakup pembuatan dokumentasi teknik. Hasil penelitian ini menghasilkan desain troli material handling tanpa pengendali, lengkap dengan perhitungan analisis kapasitas yang diperlukan dan sistem penggerak berbasis *automatic guided vehicle* yang sesuai dengan kebutuhan.

Kata kunci: *Material handling, Automatic guided vehicle, VDI 2206.*

ABSTRACT

This study appears as a response to the large number of operators involved in the process of moving goods in the company environment, as well as the frequent occurrence of accidents in the process of material handling resulting in delays in delivery or loss of the company. Therefore, a material handling trolley without a controller is needed so that the material handling process can be carried out more efficiently. This study aims to design a material handling trolley that adopts an automatic guided vehicle (AGV) system, capable of carrying goods weighing up to 250 kg, and using a digitizing system as an operating tool. The design method used is VDI 2206, with the following stages of work: collecting information to identify quantitative requirements, the architectural stage that includes mechanical structures, electronics, and informatics components, the implementation stage of system elements, the stage of combining elements and subsystems, the validation stage of elements and subsystems, and the final stage that includes the creation of engineering documentation. The results of this study resulted in the design of material handling trolleys without controllers, complete with the calculation of the required capacity analysis and automatic guided vehicle-based drive system that suits the needs.

Keywords: *Material handling, Automatic guided vehicle, VDI 2206*

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	i
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	ii
PERNYATAAN HAK KEKAYAAN INTELEKTUAL (HKI)	iii
MOTO PRIBADI	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN.....	xvi
I. 1 Latar Belakang	I-1
I.2 Rumusan Masalah	I-4
I.3 Batasan Masalah.....	I-5
I.4 Tujuan dan Manfaat.....	I-5
I.5 Sistematika Penulisan.....	I-6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	I-1
II.1 Landasan Teori	I-1
II.1.1 Material Handling.....	I-1
II.1.2 Menghitung Daya Motor	I-3
II.1.3 Menghitung Kapasitas Tiap Roda	I-3
II.1.4 Menghitung Kapasitas Jarak Tempuh Baterai.....	I-3
II.1.5 Rumus Tegangan	I-3
II.2 Tinjauan Alat	I-4
II.2.1 Troli.....	I-4
II.2.3 <i>Automatic Guided Vehicle (AGV)</i>	I-5
II.3. Metodologi Perancangan VDI 2206.....	I-8
II.3.1 <i>Requirements Elicitation</i>	I-9
II.3.2 <i>System Architecture & Design</i>	I-9
II.3.3 <i>Implementation of System Elements</i>	I-10
II.3.4 <i>System Integration & Verification</i>	I-10

II.3.5 <i>Validation and Transition</i>	I-11
II.3.6 Produk	I-11
II.4. Metode Penilaian VDI 2225.....	I-11
BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH	II-1
III.1 <i>Requirements Elicitation</i>	II-2
III.1.1 Identifikasi Masalah	II-3
III.1.2 Mengumpulkan Data.....	II-3
III.1.3 Daftar Tuntutan	II-4
III.2 <i>System Architecture & Design</i>	II-4
III.2.1 Definisi Hubungan Fungsi Utama.....	II-4
III.2.2 Hubungan Fungsi Bagian <i>Glassbox</i>	II-5
III.2.3 Penguraian Fungsi Bagian.....	II-6
III.2.4 Variasi Sub Fungsi Setiap Domain	II-7
III.2.5 Nilai dan Pertimbangan Variasi Konsep	II-16
III.3 <i>Implementation of System Elements</i>	II-21
III.3.1 Variasi Konsep Terpilih	II-21
III.3.2 Perhitungan Rancangan.....	II-22
III.3.2.1 Perhitungan Sistem Pemindah	II-22
III.3.2.2 Perhitungan Sistem Power	II-24
III.4 <i>System Integration & Verification</i>	II-25
III.4.1 Integrasi Sistem Setiap Domain	II-25
III.4.2 <i>Integrasi Sistem Kendali</i>	II-27
III.4.3 Integrasi Sistem Informasi Troli	II-28
III.4.4 Integrasi Sistem Informasi Di setiap Stasiun	II-30
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	III-1
IV.1. Perhitungan Lanjutan.....	III-1
IV.1.1. Perhitungan Profil <i>Hollow</i>	III-1
IV.2. Analisis Simulasi	III-5
IV.2.1 Analisis Simulasi Pelat Landasan	III-5
IV.2.2 Analisis Rangka Batang 3.....	III-7
IV.2.3 Analisis Simulasi Rangka	III-10
IV.2.4 Analisis Simulasi <i>Bracket</i> Roda Fleksibel	III-13
IV.2.5 Analisis Simulasi <i>Bracket</i> Motor AGV	III-16
IV.3 Produk.....	III-19
IV.3.1 Dokumentasi Teknik.....	III-19
BAB V PENUTUP.....	IV-1

IV.1	Kesimpulan	IV-1
IV.2	Saran	IV-3
DAFTAR PUSTAKA		xvi
LAMPIRAN 1 (DATA DIRI).....		xvii
LAMPIRAN 2 (PENILAIAN KONSEP)		xix
LAMPIRAN 3 (PERHITUNGAN KONSTRUKSI)		xxii
LAMPIRAN 4 (KOMPONEN STANDAR).....		xxvi
LAMPIRAN 5 (DRAFT DAN GAMBAR KERJA).....		xliv

DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Rumus Tegangan.....	I-3
Tabel III.1 Daftar tuntutan	II-4
Tabel III.2 Variasi Sub Fungsi Pemindah	II-8
Tabel III.3 Variasi fungsi domain elektrikal	II-10
Tabel III.4 Variasi fungsi domain teknologi informasi.....	II-16
Tabel III.5 Kotak Morfologi	II-17
Tabel III.6 Penilaian Aspek Teknis.....	II-20
Tabel III.7 Penilaian Aspek Ekonomi.....	II-20
Tabel III.8 Integrasi sistem informasi troli	II-29
Tabel III.9 Integrasi sistem informasi di setiap stasiun.....	II-30
Tabel IV.1 Perbandingan Hitungan Manual dengan Simulasi.....	III-4
Tabel V.1 Pemenuhan daftar tuntutan.....	IV-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar I.1 Kereta <i>material handling</i> pada area mesin	I-2
Gambar I.2 kereta <i>material handling</i> pada area <i>finish good</i>	I-2
Gambar I.3 Kecelakaan kerja di PT. API.....	I-3
Gambar I.4 Jalur perusahaan di PT. API.....	I-4
Gambar I.5 Layout perusahaan di PT. API	I-4
Gambar II.1 Box material.	I-2
Gambar II.2 Troli material handling manual	I-4
Gambar II.3 Motor listrik roda tiga.....	I-4
Gambar II.4 <i>Automatic Guided Vehicles</i> (AGV) Line-following [10].	I-6
Gambar II.5 <i>Automatic Guided Vehicles</i> (AGV) Free-ranging [11].....	I-6
Gambar II.6 <i>Automatic Guided Vehicles</i> (AGV) Towing [12].	I-6
Gambar II.7 <i>Automatic Guided Vehicles</i> (AGV) Pallet [13].	I-7
Gambar II.8 <i>Automatic Guided Vehicles</i> (AGV) Hybrid [14].	I-7
Gambar II.9 V-Model VDI 2206 [15].....	I-8
Gambar III.1 Diagram alir metode penelitian yang dilakukan.	II-2
Gambar III.2 Sistem keseluruhan dari troli AGV.	II-5
Gambar III.3 Uraian fungsi bagian dari troli AGV.....	II-6
Gambar III.4 Uraian fungsi domain mekanikal.	II-8
Gambar III.5 Uraian fungsi domain elektrikal.	II-10
Gambar III.6 Uraian fungsi domain teknologi informasi.....	II-15
Gambar III.7 Variasi konsep kombinasi 1.	II-17
Gambar III.8 Variasi konsep kombinasi 2.	II-18
Gambar III.9 Variasi konsep kombinasi 3.	II-19
Gambar III.10 Rating diagram.	II-21
Gambar III.11 Variasi konsep terpilih.	II-22
Gambar III.12 Integrasi sistem domain mekanikal.	II-25
Gambar III.13 Integrasi Sistem domain elektrikal.	II-26
Gambar III.14 Integrasi Sistem domain Teknologi Informasi	II-27
Gambar III.15 Integrasi Sistem domain Teknologi Informasi.	II-27
Gambar IV.1 Mendefinisikan material pada pelat.	III-5
Gambar IV.2 Penentuan tumpuan pada pelat.....	III-5
Gambar IV.3 Penentuan <i>eksternal load</i> atau beban pada pelat.....	III-6
Gambar IV.4 <i>Meshing</i> pada pelat.....	III-6
Gambar IV.5 Tegangan pada pelat.....	III-6
Gambar IV.6 <i>Displacement</i> pada pelat.	III-7
Gambar IV.7 <i>Safety factor</i> pada pelat.	III-7
Gambar IV.8 Mendefinisikan material pada batang 3.	III-8
Gambar IV.9 Penentuan tumpuan pada batang 3.....	III-8
Gambar IV.10 Penentuan <i>eksternal load</i> atau beban pada batang 3.	III-8
Gambar IV.11 <i>Meshing</i> pada batang 3.	III-9
Gambar IV.12 Tegangan pada batang 3.....	III-9
Gambar IV.13 <i>Displacement</i> pada batang 3.	III-9
Gambar IV.14 <i>Safety factor</i> pada batang 3.	III-10
Gambar IV.15 Mendefinisikan material pada rangka.	III-10
Gambar IV.16 Penentuan tumpuan pada rangka.....	III-11
Gambar IV.17 Penentuan <i>eksternal load</i> tiap batang pada rangka.	III-11

Gambar IV.18 Meshing pada rangka.	III-11
Gambar IV.19 Tegangan von mises pada rangka.	III-12
Gambar IV.20 Tegangan <i>displacement</i> pada rangka.	III-12
Gambar IV.21 <i>Safety factor</i> pada rangka.	III-12
Gambar IV.22 Mendefinisikan material pada <i>bracket</i> roda fleksibel.	III-13
Gambar IV.23 Penentuan tumpuan pada <i>bracket</i> roda fleksibel.	III-13
Gambar IV.24 Penentuan eksternal load pada <i>bracket</i> roda fleksibel.	III-14
Gambar IV.25 Meshing pada <i>bracket</i> roda fleksibel.	III-14
Gambar IV.26 Tegangan <i>von mises</i> pada <i>bracket</i> roda fleksibel.	III-15
Gambar IV.27 <i>Displacement</i> pada <i>bracket</i> roda fleksibel.	III-15
Gambar IV.28 <i>Safety factor</i> pada <i>bracket</i> roda fleksibel.	III-16
Gambar IV.29 Mendefinisikan material pada <i>bracket</i> motor AGV.	III-16
Gambar IV.30 Penentuan tumpuan pada <i>bracket</i> motor AGV.	III-17
Gambar IV.31 Penentuan eksternal load pada <i>bracket</i> motor AGV.	III-17
Gambar IV.32 Meshing pada <i>bracket</i> motor AGV.	III-17
Gambar IV.33 Tegangan <i>von mises</i> pada <i>bracket</i> motor AGV.	III-18
Gambar IV.34 <i>Displacement</i> pada <i>bracket</i> motor AGV.	III-18
Gambar IV.35 <i>Safety factor</i> pada <i>bracket</i> motor AGV.	III-19
Gambar 0.1 Troli AGV.	IV-1
Gambar 0.2 Troli pengganti troli manual.	IV-2

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Data Diri
- Lampiran 2** Penilaian Konsep
- Lampiran 3** Perhitungan Konstruksi
- Lampiran 4** Komponen Standar
- Lampiran 5** Draft dan Gambar Kerja

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Konteks: Singkatan

Singkatan	Kepanjangan
AGV	<i>Automatic Guided Vehicle</i>
PT.API	Perseroan Terbatas. Autoplastik Indonesia
TA	Tugas Akhir
PID	Proportional-Integral-Derivative
DC	Direct Current
CAD	Computer-Aided Design
MEH	Metode Elemen Hingga
VDI	Verein Deutscher Ingenieure
VKK	Variasi Konsep Kombinasi
KM	Kilometer

Konteks: Perhitungan

Simbol	Singkatan	Satuan
m_{bt}	Massa beban total	[kg]
m_{angkut}	Massa angkut	[kg]
g	Grafitasi	$\frac{m}{s^2}$
σ_{izin}	Tegangan izin	[Mpa]
v_{maks}	<i>kecepatan maksimal</i>	$\frac{m}{s}$
v_{awal}	<i>kecepatan awal</i>	$\frac{m}{s}$
s_{awal}	Jarak awal	[m]
μ	Koefisien gesek	-
F_N	Gaya normal	[N]
F_G	Gaya gesek	[N]
a	Gaya percepatan	$\frac{m}{s^2}$
V	Tegangan baterai	[Volt]
Mpa	Megapaskal	-
F_{rangka}	Beban pada rangka	[N]
P_{rangka}	Panjang batang rangka	[mm]

Wb	Momen tahan bengkok	-
L_{rangka}	Lebar batang rangka	[mm]
A	Luas penampang	[mm^2]
Q	<i>Kapasitas baterai</i>	[Ah]
W	Energi baterai	[Joule]
Σ_{MA}	Sigma momen A	-
F_B	Gaya diFbt	[N]
σ_b	Tegangan bengkok	[N]
σ_t	Tegangan Tarik	[N]
σ_b	Tegangan Puntir	[N]
σ_{gab}	Tegangan gabungan	[$\frac{N}{mm^2}$]
y	Setengah <i>hollow</i>	[mm]
ΣF	Sigma F	-
s	Jarak	[km]
F_{bt}	Gaya diFbt	[N]
Mb	Momen bengkok	[$\frac{N}{mm^2}$]
r_g	Tegangan geser	[$\frac{N}{mm^2}$]
F_{traksi}	Gaya traksi [N]	[N]
F_T	Gaya total [N]	[N]
P	Menentukan daya	[kW]
P_M	Motor yang sesuai	[kW]
F_A	Gaya pada A [N]	[N]
η	Efisiensi	[%]
s_{maks}	Jarak maksimal	[m]
r_d	Tegangan tekan	[$\frac{N}{mm^2}$]
Sf	<i>Safety factor</i>	-
n_{roda}	Jumlah roda	-
$m_{Perroda}$	Beban setiap roda	[kg]
F_{Roda}	Gaya pada roda	[N]
$F_{Batang\ atas}$	Beban batang atas	[N]
P_{plat}	Panjang plat	[mm]
F_P	Gaya tekan	[N]
F_B	Gaya pada B	[N]
I	Momen inersia	[mm^4]

BAB I

PENDAHULUAN

I. 1 Latar Belakang

Pentingnya otomasi di perusahaan pada bidang penanganan material menjadi inti dari perusahaan manufaktur saat ini. Banyak perusahaan yang mengotomatisasi kegiatan mereka untuk meningkatkan produktivitas dan mengurangi risiko *human error*, serta biaya tenaga kerja yang tinggi [1]. Salah satu kunci utama dalam otomasi proses manufaktur adalah penanganan material. Oleh karena itu, penanganan material menjadi aspek yang sangat penting untuk diperhatikan, dan dengan menyelaraskan sistem penanganan material [2].

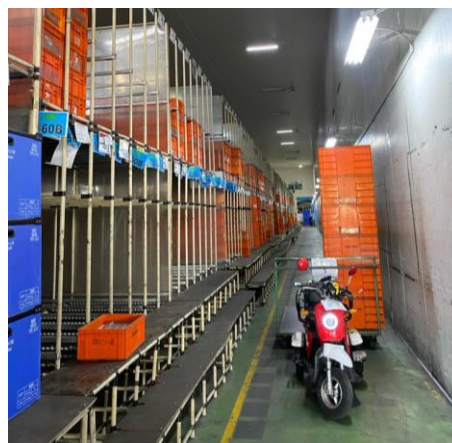
Material handling adalah proses pergerakan, pengendalian, penyimpanan, dan pengelolaan bahan atau barang di dalam lingkungan pabrik, gudang, atau tempat distribusi. Tujuan utama dari *material handling* adalah memastikan efisiensi dan produktivitas dalam mengelola aliran bahan atau barang dari satu titik ke titik lainnya [3]. Sampai saat ini, banyak perusahaan yang masih mengandalkan operator untuk memindahkan barang dari satu lokasi ke lokasi lainnya, hal ini disebabkan oleh tingginya harga kendaraan berpemandu otomatis, yang sering disebut sebagai *Automatic Guided Vehicle (AGV)*, dan mesin-mesin tersebut umumnya merupakan produk impor. Jenis *material handling* bervariasi di setiap Perusahaan, yaitu ada yang menggunakan troli manual yang didorong atau ditarik, ada yang mengandalkan motor listrik roda tiga sebagai penarik troli, dan sebagian menggunakan *Automatic Guided Vehicle (AGV)*, walaupun penggunaan AGV masih jarang dijumpai dalam setiap perusahaan.

PT. Autoplastik Indonesia (API) memiliki lebih dari 50 mesin *injection molding* sehingga jumlah perpindahan produk dari mesin ke tempat stok barang cukup banyak. Pada saat ini, PT. API masih mengandalkan troli material handling manual yang didukung oleh motor listrik roda tiga merk robin yang dikendalikan oleh operator dari mesin *injection molding* menuju area rak *finish good* yang biasa disebut kereta material handling. Berikut contoh kereta *material handling* saat mengambil barang di area mesin. (Gambar I.1).



Gambar 0.1 Kereta *material handling* pada area mesin

Berikut contoh kereta *material handling* saat membawa barang menuju area *finish good*. (Gambar I.2).

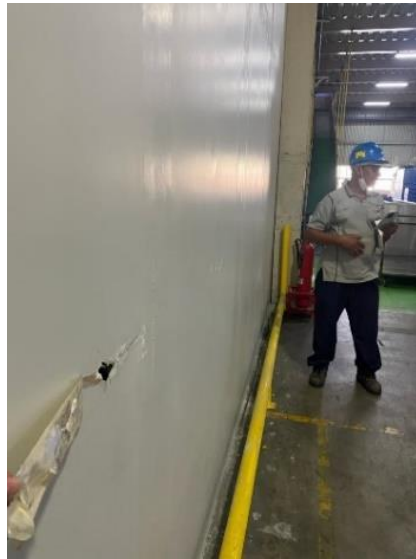


Gambar 0.2 kereta *material handling* pada area *finish good*

Dari kereta *material handling* di atas, PT. Autoplastik Indonesia memutuskan untuk menggantikan kereta *material handling* manual dengan menggunakan penagangan *material handling* secara otomatis. Dikarenakan seringkali terjadi human error, keterlambatan pengiriman, kecelakaan kerja, seperti menabrak pinggiran tiang, tembok, dan fasilitas lainnya di perusahaan.

Berdasarkan hasil survei di PT. Autoplastik Indonesia, dalam tiga bulan terakhir terjadi enam kecelakaan kerja yang disebabkan oleh kereta *material handling*. Kecelakaan tersebut melibatkan pelanggaran kasat mata, seperti kelalaian pengemudi yang menabrak tembok, box barang jadi (*finish good*) yang terjatuh dari troli atau rak penyimpanan sehingga menyebabkan barang pecah, penggunaan troli yang rusak yang mengakibatkan lantai perusahaan lecet, serta sering terjadi

tabrakan dengan pinggiran tiang pondasi perusahaan. Bahkan, pernah terjadi pemecatan akibat insiden-insiden tersebut. Berikut adalah contoh salah satu kecelakaan yang terjadi. (Gambar I.3).



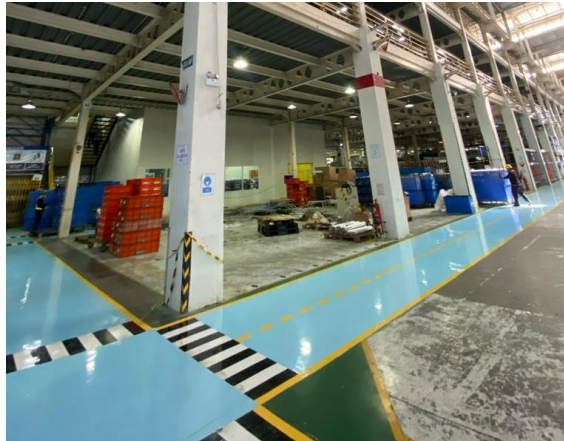
Gambar 0.3 Kecelakaan kerja di PT. API

Oleh karena itu, salah satu alternatif untuk mengurangi risiko kecelakaan kerja adalah dengan menggantikan material handling manual yang dikendalikan oleh operator dengan proses otomatisasi. Sebagai solusi, sistem penanganan material otomatis seperti *Automatic Guided Vehicle* (AGV) dipilih untuk menggantikan pendekatan manual. AGV memiliki kemampuan *driverless* (tanpa pengendali), dilengkapi dengan sistem pemandu otomatis, dan komponen pengaman.

PT. Autoplastik Indonesia membutuhkan troli material handling yang menggunakan sistem AGV untuk menangani material box barang jadi (*finish good*) dari mesin plastic injection ke tempat penyimpanan barang jadi. Spesifikasi troli tersebut harus sesuai dengan material handling yang sudah ada. Dengan adanya troli material handling yang menggunakan sistem AGV, perusahaan tidak lagi memerlukan operator untuk memindahkan barang di dalam area kerja, sehingga proses ini menjadi lebih cepat dan efisien. Selain itu, penggunaan sistem AGV juga memudahkan penanganan material serta dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja dan kesalahan manusia (*human error*) yang dapat merugikan perusahaan.

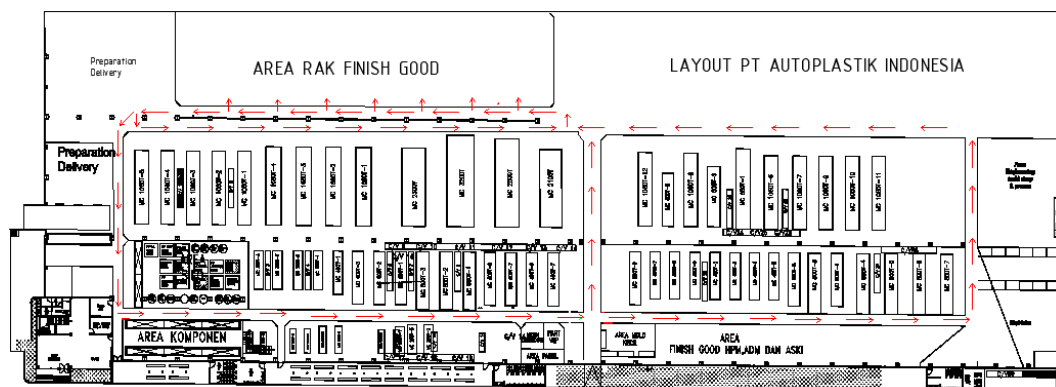
Di area perusahaan Autoplastik Indonesia, jalur troli telah ditentukan dan dipisahkan dari jalur pejalan kaki. Lebar jalur troli adalah 2000 mm, sedangkan lebar jalur pejalan kaki adalah 500 mm.

Berikut contoh jalur perusahaan di PT. Autoplastik Indonesia. (Gambar I.4).



Gambar 0.4 Jalur perusahaan di PT. API

Berikut merupakan layout PT. Autoplastik Indonesia yang akan dilalui oleh Trolis AGV. (Gambar I.5).



Gambar 0.5 Layout perusahaan di PT. API

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka dapat dirumuskan beberapa masalah yang akan dikaji sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang trolis *material handling* dengan sistem AGV yang sesuai dengan kebutuhan dari PT. Autoplastik Indonesia?
2. Bagaimana merancang trolis *material handling* dengan sistem AGV yang dapat menggantikan trolis *material handling* manual?
3. Bagaimana merancang trolis *material handling* dengan sistem AGV yang aman digunakan dan dapat mengurangi risiko kecelakaan kerja?
4. Bagaimana merancang sistem kendali kontrol dalam mekanisme trolis *material handling* tersebut?

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan permasalahan yang didapatkan, agar dapat dibahas lebih spesifik maka dibentuk beberapa batasan masalah sebagai berikut:

1. Troli *material handling* ini dirancang berdasarkan kebutuhan dari PT. Autoplastik Indonesia bukan untuk perusahaan lain.
2. Troli *material handling* ini dirancang untuk menggantikan fungsi troli *material handling* manual untuk membawa box *finish good*.
3. Rancangan difokuskan pada domain mekanik.
4. Pembahasan hanya sampai pemilihan komponen elektronik dan tidak sampai sistem pemrograman AGV.
5. Pembahasan tidak sampai analisis biaya pembuatan.

1.4 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari pembuatan rancangan troli *material handling* tanpa pengendali ini sebagai berikut:

1. Menghasilkan rancangan troli AGV yang sesuai dengan kebutuhan PT. Autoplastik Indonesia.
2. Menghasilkan dokumentasi teknik berupa *draft*, gambar susunan dan gambar bagian.
3. Merancang troli AGV yang terintegrasi dengan otomatisasi dan digitalisasi dalam Industri 4.0, termasuk dalam pengelolaan data dan analisis operasional.
4. Mengurangi risiko kecelakaan kerja dengan mengotomatisasikan proses *material handling*.

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Optimalisasi logistik dan pengurangan keterlibatan manual dapat mengurangi biaya operasional dan meningkatkan efisiensi waktu.
2. Mengurangi kemungkinan kerusakan barang selama proses *material handling*.
3. Dengan fleksibilitas yang meningkat, perusahaan lebih mudah beradaptasi terhadap perubahan produksi, menjaga kelancaran operasional.
4. Implementasi AGV dan otomatisasi dapat meningkatkan daya saing PT. Autoplastik Indonesia dengan menunjukkan inovasi dan efisiensi operasional.

1.5 Sistematika Penulisan

Sistematika Tugas akhir (TA) ini terdiri atas enam bab di antaranya sebagai berikut:

- 1) BAB I PENDAHULUAN, berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan manfaat, dan sistematika penulisan.
- 2) BAB II TINJAUAN PUSTAKA, berisi teori-teori yang akan digunakan sebagai landasan untuk mendukung dan berkaitan dalam proses penulisan Tugas Akhir (TA).
- 3) BAB III METODOLOGI PENYELESAIAN MASALAH, berisi tentang uraian mengenai metode dan langkah-langkah penyelesaian masalah topik tugas akhir (TA).
- 4) BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, berisi tentang proses hasil akhir dari pembahasan topik tugas akhir (TA).
- 5) BAB V KESIMPULAN DAN SARAN, berisi tentang kesimpulan yang didapatkan sebagai jawaban dari rumusan masalah dan tujuan awal penelitian serta pemaparan mengenai kritik dan saran perbaikan maupun kajian lanjut dari penelitian yang telah dilakukan