

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Dengan semakin majunya ilmu pengetahuan dan teknologi, banyak robot yang sudah atau sedang dikembangkan untuk dimanfaatkan dalam keperluan manusia. Banyak juga robot yang dikembangkan untuk menggantikan pekerjaan manusia baik secara menyeluruh dan sebagian, misalnya pengembangan dalam penggunaan robot untuk membersihkan kaca luar di gedung-gedung [1], pemantauan tanaman pertanian yang dapat meringankan pekerjaan petani dalam mengawasi tanamannya [2], atau pengembangan robot dalam melakukan operasi dengan menggunakan *da vinci system* yang masih terus dikembangkan hingga saat ini [3]. Dengan banyaknya penerapan robot dalam menggantikan pekerjaan manusia yang ada sekarang ini, maka tidak heran jika robot juga bisa diterapkan di skala industri terutama pada sektor logistik untuk memenuhi permintaan yang ada. Sektor logistik merupakan salah satu sektor yang selalu padat aktivitasnya dan harus bergerak dengan secepat mungkin untuk memenuhi permintaan yang ada, mulai dari proses memindahkan barang, menyimpankan barang, hingga mengantarkan barang ke truk. Setiap proses tersebut biasanya menggunakan alat berat berupa *forklift* karena barang-barang tersebut biasanya memiliki bobot yang cukup berat. Penggunaan *forklift* dalam ruang gerak yang terbatas dan beroperasi dalam jumlah yang banyak dapat menimbulkan potensi kemacetan. Kemacetan ini dapat muncul akibat *forklift* membutuhkan ruang gerak yang cukup besar dan membutuhkan waktu untuk berbelok, mengambil, serta meletakkan barang sehingga dapat menunda pekerjaan untuk *forklift* dibelakangnya. Kemacetan ini dapat menimbulkan kerugian pada waktu dan menurunnya tingkat efisiensi. Sektor logistik perlu berkembang karena semakin banyaknya permintaan, maka membuat aktivitas pada pergudangan menjadi semakin padat dan kemungkinan dapat menimbulkan masalah. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ananda dan Ayik [4], banyak kecelakaan tercatat yang terjadi di area pergudangan berupa kesalahan dalam penggunaan *forklift*, kesalahan ketika mengangkat barang, ataupun terjatuh dari ketinggian dan tidak dilengkapi alat pengaman apapun. Semua kecelakaan yang

biasa terjadi biasanya disebabkan oleh kesalahan dari manusia itu sendiri atau *human error* ketika sedang bekerja [5]. Kecelakaan yang biasa terjadi ini tidak hanya menyebabkan korban jiwa saja, namun juga menyebabkan kerugian material berupa kerusakan mesin atau alat yang ada [5]. Untuk dapat membuat aktivitas yang lebih aman dan dapat mengimbangi permintaan yang tinggi, maka sektor logistik perlu berkembang dengan memanfaatkan penggunaan robot dalam gudang logistik.

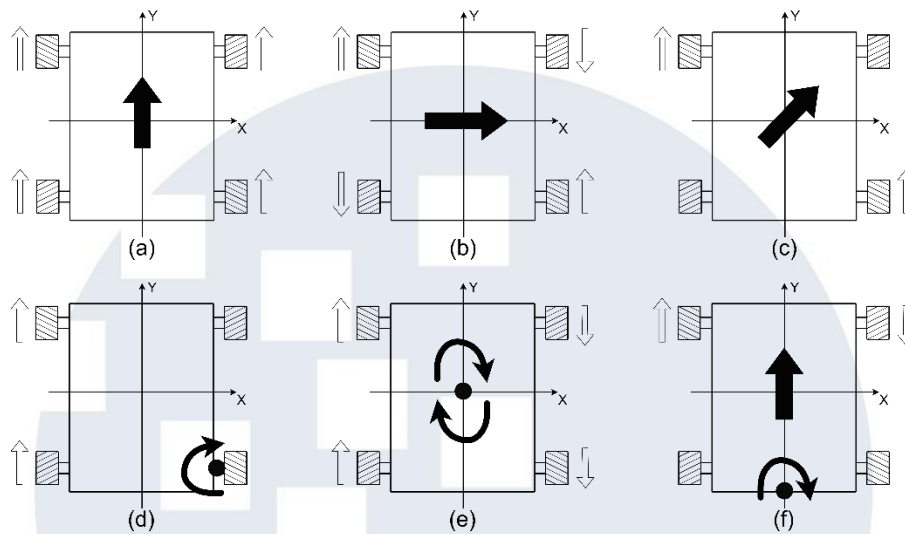
*Automatic Guided Vehicle* (AGV) merupakan salah satu jenis kendaraan transportasi yang tidak berawak yang biasa sering digunakan dalam pengoperasian logistik, robot ini namun memerlukan *guideline* atau semacam tanda yang digunakan untuk menentukan jalur pergerakannya [6] [7]. *Guideline* dalam AGV sendiri terdapat dua macam, berupa *guideline* fisik yang menggunakan jalur pita berwarna hitam atau memanfaatkan medan magnet dan *guideline* virtual yang menggunakan sensor jarak laser, *Global Positioning System* (GPS), ataupun *Light Distance And Ranging* (LiDAR) [8]. Namun, *guideline* sendiri merupakan sebuah keterbatasan dari pergerakan AGV karena membuat AGV tidak dapat bergerak bebas dan hanya dapat beroperasi di lingkungan statis atau lingkungan yang objek-objeknya sudah diposisikan dan tidak dapat berubah posisi selama robot beroperasi [9] [10]. Hal ini membuat AGV kurang fleksibel digunakan diluar dari lingkungan statis.

Terdapat jenis robot lain untuk mengatasi keterbatasan dari AGV yang sudah banyak digunakan baik di industri maupun di kehidupan sehari-hari yang memiliki bentuk yang dapat menyesuaikan dengan pekerjaannya, jenis robot ini adalah *Autonomous Mobile Robot* atau AMR [11]. Dalam dunia industri, *mobile robot* ini biasanya digunakan untuk mengangkut atau untuk mengantarkan barang, sedangkan dalam kehidupan sehari-hari biasanya digunakan untuk menyedot debu [12]. Tidak seperti AGV yang hanya dapat bekerja di lingkungan statis, AMR dapat bekerja di lingkungan yang statis ataupun yang dinamis. AMR dapat beroperasi dengan baik di lingkungan yang dinamis dikarenakan AMR sendiri tidak dibatasi oleh sistem nya dan dapat mengambil keputusan sendiri dari data-data lingkungan yang didapatkan dari berbagai macam sensor yang terintegrasi pada sistem memungkinkan sistem dapat bereaksi secara dinamis terhadap perubahan

lingkungannya tanpa membutuhkan bantuan manusia ataupun *guideline* [13] [14]. Kemampuan dari AMR dalam pengambilan keputusan ini juga dipengaruhi dari lingkungan kerja robot yang statis atau dinamis serta pemilihan sensor-sensor yang tepat. Data-data yang diambil oleh *mobile robot* ini berasal dari sensor internal atau *proprioceptive* seperti sensor posisi berupa *encoder* untuk pengukuran pergerakan dari robot dan sensor external atau *exteroceptive* seperti sensor untuk mengukur jarak serta mendeteksi halangan berupa sensor ultrasonik, laser, ataupun inframerah [15] [16] [17].

AMR merupakan robot yang memiliki fleksibilitas yang baik dan mampu untuk bekerja di lingkungan statis maupun dinamis, namun AMR pada umumnya tidak dapat bergerak secara optimal di lingkungan yang memiliki ruang gerak yang sempit. Hal ini dikarenakan AMR pada umumnya masihlah menggunakan roda biasa untuk bergerak sehingga memerlukan ruang gerak yang cukup besar untuk berbelok demi mencapai titik tujuan ataupun menghindari rintangan yang ada. Untuk membuat AMR dapat bergerak dengan lebih fleksibel tanpa memerlukan ruang gerak yang cukup besar, maka perlu menggunakan *mecanum wheel* yang merupakan sebuah roda yang dapat bergerak ke segala arah [18]. Dengan menggunakan *mecanum wheel* ini terhadap AMR, maka AMR dapat bergerak dengan lebih leluasa dan dengan mudah menghindari halangan yang ada baik di ruang gerak yang besar maupun kecil. Tidak seperti roda pada umumnya, *mecanum wheel* membutuhkan konfigurasi arah putar yang lebih banyak dari keempat rodanya. Konfigurasi arah putar pada *mecanum wheel* ini dapat dilihat pada Gambar 1.1 [19]. *Mecanum wheel* dapat melakukan manuver dengan konfigurasi seperti itu dikarenakan *mecanum wheel* menggunakan banyak *roller* karet dengan sudut  $45^\circ$  yang digunakan sebagai porosnya.

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



Gambar 1.1 - Pergerakan dari *Mecanum Wheel*; (a) Bergerak Maju, (b) Bergerak ke Samping, (c) Bergerak Diagonal, (d) Bergerak Mengitari Sudut, (e) Rotasi Mengitari Titik Pusat, (f) Rotasi di Sekitar Titik Tengah Satu Poros [19]

Dari berbagai permasalahan yang sudah dijabarkan di atas, dilakukanlah penelitian ini dengan tujuan untuk mengembangkan *mobile robot* dengan pengembangan pada sistem *sensing* dan *obstacle avoidance* menggunakan sensor ultrasonik serta pengembangan pada pergerakan dengan menggunakan *mecanum wheel*. Penggunaan *mecanum wheel* pada *mobile robot* ini dapat mengurangi terjadinya kemacetan yang dapat terjadi dalam area logistik karena tidak memerlukan ruang gerak yang besar dan tidak memerlukan waktu untuk bergerak ke samping. Sebenarnya sudah banyak penelitian pada *autonomous mobile robot* seperti penelitian yang dilakukan oleh Dony, dkk. [20], dimana dalam penelitian *mobile robot* yang dia kembangkan menggunakan sensor LiDAR sebagai sensor *sensing* untuk menghindari halangan. Sedangkan pada penelitian ini, *sensing* pada *mobile robot* yang dikembangkan menggunakan sensor ultrasonik karena dalam pengembangan *mobile robot* ini menggunakan 2 buah sensor berupa LiDAR dan ultrasonik. Sensor LiDAR dalam pengembangan *mobile robot* ini akan berfokus dalam melakukan pemetaan atau mapping sehingga tugas untuk melakukan *sensing* pada *mobile robot* ini dilimpahkan kepada sensor ultrasonik dengan menggunakan dua belas sensor ultrasonik untuk menutupi *blindspot* dari *mobile robot*. Selain pada sensor, terdapat juga penelitian yang berfokus dalam pengembangan AMR yang lebih fleksibel seperti yang dilakukan oleh Lin, dkk. [21] yang tetap menggunakan

roda biasa tapi dilengkapi dengan dua buah motor dan dua roda pada satu *driving unitnya*. Penelitian tersebut berhasil mengembangkan AMR yang memiliki pergerakan yang lebih bebas dibandingkan dengan AMR lainnya, namun membuat sistem pergerakannya menjadi lebih kompleks dan dalam penelitian ini digunakanlah *mecanum wheel* yang dapat membuat pergerakan yang kompleks dalam sistem yang sederhana. Meskipun *mecanum wheel* ini memiliki kelebihan yang tidak dimiliki oleh roda pada umumnya berupa manuverabilitas roda yang tinggi, namun *mecanum wheel* ini juga punya kelemahan berupa diameter serta lebar dari roda yang disediakan di pasaran terbatas ukurannya sehingga tidak mampu membawa beban yang terlalu berat, harus disesuaikan dengan diameternya seperti *mecanum wheel* yang memiliki diameter 10 cm hanya mampu menahan beban dengan maksimal 40 kg [22] [23] [24]. Dalam penelitian ini dibatasi jumlah maksimal yang dapat diangkut oleh *mecanum wheel mobile robot* yang diciptakan dengan menggunakan *mecanum wheel* yang memiliki ukuran diameter sebesar 6 cm.

## 1.2 Identifikasi Masalah

1. Sektor logistik memerlukan teknologi yang dapat digunakan untuk mengurangi resiko terjadinya kemacetan dari penggunaan *forklift* serta kecelakaan dari kecerobohan operator.
2. Lingkungan pada sektor logistik sangatlah dinamis sehingga memerlukan robot yang dapat mendeteksi dan menghindari halangan dengan tepat dan cepat.
3. Area pergerakan efektif di gudang terbatas karena lingkungan gudang diperuntungkan untuk menyimpan barang.

## 1.3 Konsep Sistem

*Mecanum wheel mobile robot* yang dibuat ini dilengkapi dengan sistem *sensing* dan *obstacle avoidance* dimana sistem *sensing* ini akan bekerja selama robot beroperasi untuk memberikan kemampuan pada *mecanum wheel mobile robot* dalam merasakan keadaan di area sekitarnya serta mendeteksi halangan yang ada dengan menggunakan sensor ultrasonik. Ketika *mecanum wheel mobile robot*

mendeteksi adanya halangan di jalur yang akan dilalui oleh *mecanum wheel mobile robot*, data yang didapatkan dari ultrasonik akan dikirimkan dari Raspberry Pico RP2040 ke Raspberry Pi 4 dan sistem algoritma *obstacle avoidance* yang terdapat pada Raspberry Pi 4 akan bekerja untuk mengolah data tersebut dan membuat keputusan dalam pergerakan. Data yang telah diolah di Raspberry Pi 4 tersebut akan dikirimkan ke Raspberry Pico RP2040 yang mengatur bagian lokomosi untuk mengubah arah gerak serta mengambil jalur mana yang harus dilewati untuk menghindari halangan tersebut. *Mecanum wheel mobile robot* ini tentu saja menggunakan roda khusus berupa *mecanum wheel* yang dapat meningkatkan pergerakan robot, seperti bergerak secara diagonal maupun bergerak ke samping tanpa memutar badannya.

#### **1.4 Batasan Sistem**

Dalam pengembangan sistem *sensing* dan *obstacle avoidance* dengan menggunakan *mecanum wheel* ini, terdapat beberapa batasan yang ditetapkan pada penelitian ini. Batasan pertama pada sistem ini adalah lingkungan operasional yang memiliki permukaan yang datar tanpa adanya tangga, jalur yang melandai, ataupun gundukan pada jalan yang harus dilalui. Lingkungan kerja juga haruslah bebas dari gangguan gelombang ultrasonik karena dapat mengganggu pembacaan sensor sehingga pembacaan menjadi tidak akurat. Selain dari keadaan lingkungan kerjanya, bagian bawah rak-rak penyimpanan yang digunakan di gudang haruslah memiliki ketinggian minimal 40 cm dari permukaannya. Jika rak yang digunakan memiliki ketinggian di bawah itu, maka bagian bawah tidak boleh dikosongkan atau harus ditutup sehingga robot dapat mendeteksi bagian bawah rak tersebut.

Batasan kedua pada sistem ini adalah benda yang diangkut oleh *mecanum wheel mobile robot* tidak bisa melebihi dimensi permukaannya dengan Panjang 26 cm dan lebar 25 cm, beban maksimal yang diangkut oleh *mecanum wheel mobile robot* adalah sebesar 3 kg, dan tidak berbentuk bola atau silinder.

### **1.5 Fungsi dan Manfaat Sistem**

*Mecanum wheel mobile robot* ini ditujukan untuk bekerja di area logistik yang lingkungannya selalu berubah-ubah dan memiliki ruang gerak yang sempit. Sistem *sensing* dan *obstacle avoidance* pada *mecanum wheel mobile robot* bertujuan untuk memberikan kemampuan pada *mecanum wheel mobile robot* untuk merasakan area di sekitarnya dan mampu untuk menghindari rintangan yang tiba-tiba muncul di depan. Dengan adanya kemampuan inilah, *mobile robot* mampu untuk bekerja dalam lingkungan yang dinamis. *Mecanum wheel mobile robot* ini juga dilengkapi dengan *mecanum wheel* sehingga mampu memberikan kemampuan untuk bergerak di ruang gerak atau jalur yang sempit sehingga area penyimpanan logistik dapat lebih besar dengan mempersempit ruang gerak dari *mecanum wheel mobile robot*.

UMMN

UNIVERSITAS  
MULTIMEDIA  
NUSANTARA