

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI

2.1. Tinjauan Pustaka

2.1.1. Teknologi Robot *Line Follower*

Teknologi informasi pada saat ini tentu sudah sangat berkembang pesat namun masih banyaknya perusahaan yang tetap menggunakan tenaga manual terutama di dalam pergudangan. Teknologi saat ini merupakan salah satu faktor penting dalam proses pemindahan barang dari *warehouse* ke tempat produksi. Proses pemindahan barang dari *warehouse* yang masih dengan tenaga manual sangat rawan kecelakaan kerja dan menimbulkan pemborosan dari sumber daya manusia, waktu dan biaya.

M. B. Nugraha Dkk (2012) menjelaskan transportasi barang dalam suatu industri atau gedung perkantoran umumnya masih di operasikan secara manual, yang mana sistem tersebut memiliki kelemahan dari sistem ketepatan waktu dari kewenangan operator. Dalam sistem robot *line follower* , tugas dan sistem di perintahkan oleh mikrokontroler *Arduino UNO* dengan metode logika *fuzzy*.

Robotika adalah multidisiplin ilmu yaitu komputer, elektronika, dan mekanika, robotika merupakan satu cabang teknologi yang berhubungan dengan desain, konstruksi, operasi, disposisi struktural, pembuatan, dan aplikasi robot. Dalam hal ini robot sangat di butuhkan dalam kehidupan sehari-hari, bidang industri, pertanian, pertambangan, dan lain-lain (Yanto Febi dkk, 2015).

Material handling menurut (Tompson dkk,1996) adalah ilmu tentang pemindahan barang, penyimpanan, pengamanan dan pengontrolan material secara otomatis. Proses pemindahan barang membutuhkan 25% dari seluruh karyawan, 55% luas pabrik, dan 87% keseluruhan waktu produksi industri. Penanganan material ini juga menghabiskan 15-70% dari total biaya produk yang telah dihasilkan. Dari keseluruhan waktu produksi pabrik, hanya 5% waktu yang dihabiskan mesin , 95% lainnya adalah aktivitas memindahkan dan menunggu benda kerja. Waktu total yang dihabiskan mesin tersebut, proses produk yang

digunakan oleh mesin hanya 30% nya saja dan 70% sisanya digunakan untuk *loading* dan *positioning* benda kerja.

Pada industri terdapat penanganan material yang dibutuhkan yaitu *material handling equipment*. Salah satu jenis material *material handling equipment* adalah *transport equipment*. Bahwa terdapat lima macam peralatan *material handling* untuk transportasi yaitu *industrial truck*, *automatic guide vehicle* (AGV), *monorail*, *rail guide vehicle*, *conveyor*, dan *cranes* (Groover, 2008).

2.1.2. Industri Era 4.0

Di era industri 4.0 robot *Line Follower Automatic Guided Vehicle* mulai berkembang di industri-industri besar. *Automatic Guided Vehicle* dibuat dengan rancang bangun. Perangkat yang ada pada robot ini yaitu mekanik robot, sistem kendali robot, sensor, *acuator* robot. Mekanik mobil robot adalah roda penggerak. Sistem kontrol mobil robot menggunakan mikrokontroler *arduino ATmega16*, sistem sensor menggunakan 8 buah sensor *photodiode* yang berfungsi sebagai pembaca jalur atau garis. Sensor ultrasonik SRF04 yang berfungsi untuk membaca ketika ada halangan di depannya sesuai jarak maksimal yang ada pada sensor dan jarak yang telah ditentukan. Akuator mobil robot menggunakan 2 buah motor power window sebagai penggerak utama mobil robot LCD digunakan untuk menampilkan data sensor yang ada, dan dibuat gerbong tambahan sebagai tempat meletakkan barang yang akan diangkut (Masykuri, 2012). Terdapat hasil pengujian robot AGV saat dibebani pada tabel 2.1

Tabel 2.1 Hasil Pengujian AGV Saat Dibebani (Sumber : Masykuri, 2012)

No.	Beban (gram)	Waktu Tempuh (detik)			Rata-rata Pengujian (detik)
		Pengujian 1	Pengujian 2	Pengujian 3	
1.	-	20	15	18	17,7
2.	300	21	23	22	22
3.	600	24	26	23	24,3
4.	900	27	30	32	29,7
5.	1200	35	37	40	37,3
6.	1500	42	43	41	42
7.	1800	47	45	48	46,7
8.	2100	50	55	53	52,7
9.	2400	55	57	58	56,7
10.	2700	60	59	63	60,7
11.	3000	65	68	70	67,7

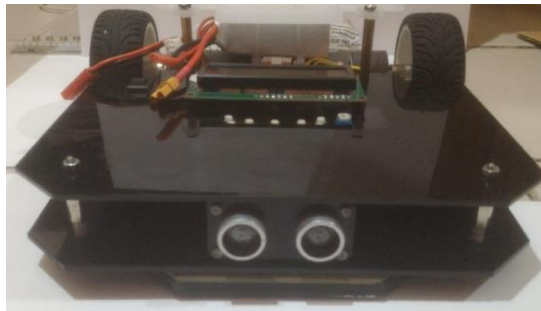
Pada pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan robot AGV untuk menarik beban dan mengetahui perbedaan waktu tempuh dari masing-masing pengujian. Beban yang digunakan pada pengujian ini yaitu kelipatan 300 gram dan maksimal 3000 gram. Dari tabel diatas dapat dilihat, kecepatan menurun ketika setiap kali melakukan penambahan beban. Perbedaan waktu tempuh juga berpengaruh dikarenakan kecepatan motor yang berkurang karena beban robot tersebut (Masykuri, 2012).

2.2. Landasan Teori

2.2.1. Robot *Line Follower*

Robot merupakan benda bekerja secara otomatis tanpa adanya bantuan dari manusia yang terbuat dari beberapa sistem elektronika. Robot *Line Follower* adalah robot yang bekerja mengikuti suatu garis dengan rute robot yang udah ditentukan. Robot *Line Follower* mengikuti garis sesuai program yang sudah diatur dengan perantara chip mikrokontroler.

Pergerakan mekanik robot yang digunakan yaitu motor, yang terhubung dengan mikrokontroler dan motor *driver* untuk mengatur laju putaran motor. Proses pergerakan motor tersebut dipengaruhi jika sensor garis yang berupa sensor *photodiode* sebagai penjejak jalan robot.

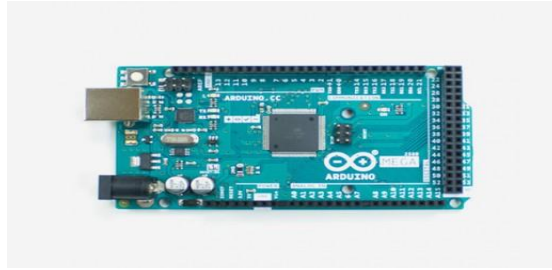


Gambar 2.1 Robot Line Follower.

2.2.2. Mikrokontoller *Arduino Atmega 2560*

Arduino adalah sebuah platform elektronik yang mudah digunakan dan bisa diprogram sesuai dengan kebutuhan (*open source*) yang berbasis dengan *software* dan *hardware* yang mudah digunakan. *Arduino* bagian terpenting dalam suatu robotika yang menjadikan otak dari komponen-komponen lainnya.

Dalam pembuatan alat ini, *arduino* yang digunakan yaitu tipe *arduino Atmega2560*. *Arduino atmega2560* memiliki banyak port pin dari tipe-tipe lainnya. *Arduino Atmega2560* berbeda dari mikrokontroler sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan *chip driver FTDI USB-to-serial*. *Arduino atmega2560* menggunakan chip *Atmega16U2* yang diprogram menggunakan konverter *USB-to-serial*.



Gambar 2.2 *Arduino atmega2560* (sumber gambar: www.arduino.cc)

Selain bersifat *open source* pada *arduino*, kelebihan *arduino* dari mikrokontroler lain yaitu mempunyai bahasa pemrograman yang berbeda yaitu berupa bahasa C. *Arduino* juga terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan pengguna untuk menginput dari komputer ke *board arduino*. Sedangkan pada *board* mikrokontroler lainnya masih membutuhkan *loader* yang terpisah dimana konektor ke komputer harus memiliki konverter ke komputer ketika memprogram *board* mikrokontroler.

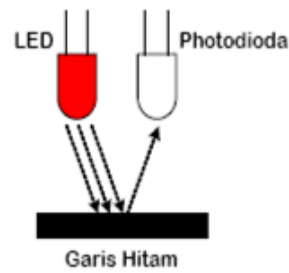
Tabel 2.2 Spesifikasi *Arduino Atmega2560* (Sumber : www.arduino.cc)

Device	Keterangan
Mikrokontroler	<i>Atmega2560</i>
Tegangan Operasi	5V
Input Voltage	7-12V
Input Coltage (Limit)	6-20V
Pin Digital I/O	54 pin (15 Pin digunakan sebagai output PWM)
Pin Input Analog	16
Arus DC per pin I/O	40mA
Arus DC pin 3.3B	50mA
Flash Memory	256 KB (8 KB digunakan untuk bootloader)
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16MHz

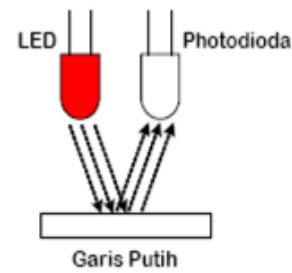
2.2.3. Sensor

2.2.3.1. Sensor *Photodioda*

Photodioda adalah suatu jenis *dioda* yang resistansinya akan berubah-ubah apabila terkena sinar cahaya yang dikirim oleh *transmitter* “LED”. Resistansi dari *photodioda* dipengaruhi oleh intensitas cahaya yang diterimanya, semakin banyak cahaya yang diterima maka semakin kecil resistansi dari *photodioda* dan begitupula sebaliknya jika semakin sedikit intensitas cahaya yang diterima oleh sensor *photodioda* maka semakin besar nilai resistansinya (Trianaswati, 2012).



Gambar 1. Cahaya pantulan sedikit



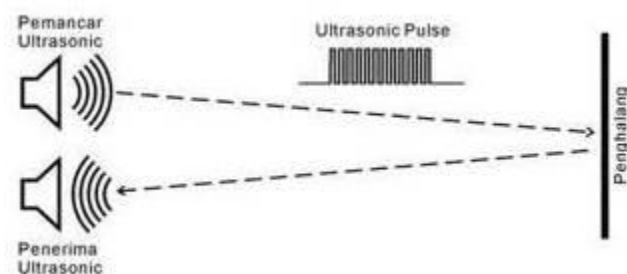
Gambar 2. Cahaya pantulan banyak

Gambar 2.3 Cara Kerja Sensor *Photodioda*.

Cara kerja sensor *photodioda* sama seperti sensor LDR, yaitu menerima cahaya dari sekitarnya dan menjadikan intensitas cahaya tersebut sebagai sebuah respon untuk melakukan perintah ketika intensitas cahaya sedikit maupun banyak.

2.2.3.2. Sensor *Ultrasonic* HC-SR04

Sensor *ultrasonic* merupakan sensor yang bekerja berdasarkan prinsip pantulan gelombang suara, yang digunakan untuk mendeteksi keberadaan suatu objek di depannya, frekuensi pada sensor *ultrasonic* memiliki gelombang suara dari 40 KHz - 400 KHz. Kontraksi yang terjadi diteruskan ke diafragma penggetar sehingga terjadi gelombang *ultrasonic* yang dipancarkan ke udara (tempat sekitarnya), dan pantulan gelombang *ultrasonic* akan terjadi bila ada objek tertentu, dan pantulan gelombang *ultrasonic* akan diterima kembali oleh unit sensor penerima.



Gambar 2.4 Cara Kerja Sensor *Ultrasonic*.

Tabel 2.3 Spesifikasi Sensor *Ultrasonic* HC-SR04.

Electrical Parameters	HC-SR04 Ultrasonic Module
Operating Voltage	DC-5V
Operating Current	15mA
Operating Frequency	40KHZ
Farthest Range	4m
Nearest Range	2cm
Measuring Angle	15 Degree
Input Trigger Signal	10us TTL pulse
Output Echo Signal	Output TTL level signal, proportional with range
Dimensions	45*20*15mm

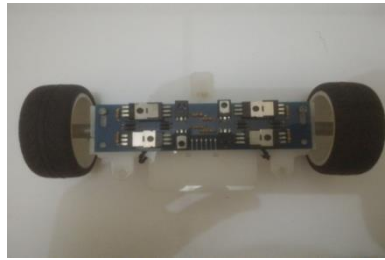
2.2.4. Regulator Tegangan

Pengatur tegangan (*voltage regulator*) berfungsi menyediakan suatu tegangan keluaran dc tetap yang tidak dipengaruhi oleh perubahan tegangan masukan, arus beban keluaran, dan suhu. Pengatur tegangan adalah salah satu bagian dari rangkaian catu daya DC. Dimana tegangan masukannya berasal dari tegangan keluaran filter, setelah melalui proses penyearahan tegangan AC menjadi DC. Regulator yang digunakan yaitu tipe LM 338

**Gambar 2.5** Regulator Tegangan LM 338.

2.2.5. Driver Motor

Driver motor merupakan jenis penggerak roda mekanik dimana sumber tengannya menggunakan arus *Direct Current* (DC) atau arus searah. Dalam rangkaian *driver* motor DC *H-Bridge*, transistor digunakan untuk mengendalikan arah putaran motor DC dan dapat dikontrol dengan metode PWM (*Pulse Width Modulation*) ataupun metode sinyal logika dasar TTL (*High*) dan (*Low*). Motor DC pada dasarnya dapat mengatur kecepatan pada motor DC dimana pengaturan dilakukan pada mikrokontroler yang digunakan yaitu *arduino Atmega2560*.

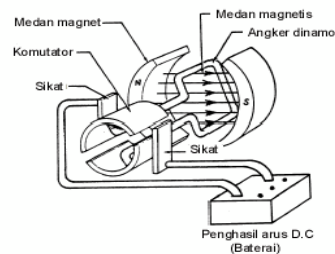


Gambar 2.6 *Driver Motor.*

2.2.6. Motor DC

Motor listrik adalah perangkat elektromagnetis yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Energi mekanik ini biasa digunakan untuk memutar kipas, *blower*, menggerakkan kompresor, mengangkat beban, dll.

Motor DC (*Direct Current*) memerlukan suplai tegangan listrik yang searah pada kumparan medan untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Bagian kumparan medan pada motor DC disebut stator (bagian yang tidak bergerak/berputar) sedangkan bagian lainnya dari motor DC yaitu kumparan jangkar yang disebut rotor (bagian yang bergerak/berputar).



Gambar 2.7 Motor DC Sederhana.

Catu Tegangan DC dari baterai yang menuju lilitan dinamo melalui sikat yang menyentuh komutator, dua bagian yang terhubung dengan dua ujung lilitan dinamo. Untuk satu kumparan lilitan pada gambar diatas disebut angker dinamo atau disebut rotor. Angker dinamo merupakan komponen yang berputar diantara medan magnet.

Bagian-bagian utama motor dc :

a. Kutub Medan

Motor DC memiliki dua kutub yaitu kutub utara dan kutub selatan. Secara sederhana digambarkan bahwa dua kutub magnet ini akan menyebabkan putaran sehingga menghasilkan energi mekanik pada motor dc. Untuk motor DC yang kapasitasnya lebih besar terdapat lebih dari dua elektromagnet. Elektromagnetik ini menerima energi listrik dari sumber daya seperti baterai, aki dll.

b. Dinamo

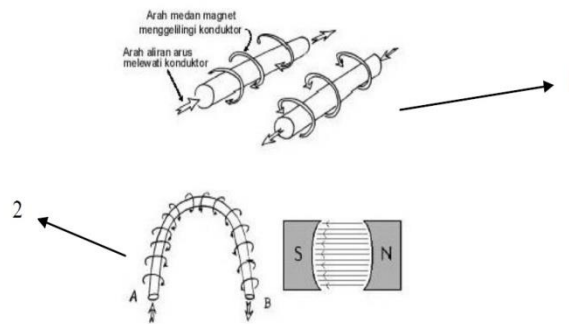
Bagian motor dc yang berbentuk silender, dihubungkan ke as penggerak sebagai komponen utama untuk menggerakkan beban. Pada motor dc dengan kapasitas kecil, dinamo berputar di dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub magnet sampai kutub utara dan kutub selatan berganti lokasi.

c. Komutator

Komponen motor dc selanjutnya yaitu komutator. Kegunaan dari komponen ini yaitu untuk membalikan arah arus listrik di dalam dinamo. Komutator juga membantu dalam transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.

Prinsip Dasar Kerja Motor DC :

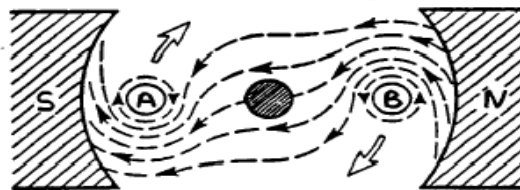
Jika arus listrik melewati suatu konduktor, maka akan timbul medan magnet disekitar konduktor. Arah medan magnet akan ditentukan oleh arah aliran arus listrik pada konduktor.



Gambar 2.8 Medan Magnet Membawa Arus Mengelilingi Konduktor.

Gambar di atas menunjukkan medan magnet terbentuk di sekitar konduktor yang berubah arah karena membentuk U. Medan magnet terjadi hanya di sekitar konduktor jika ada arus listrik mengalir pada konduktor tersebut.

Jika konduktor berbentuk U dan diletakkan diantara kutub utara dan kutub selatan, maka kuat arus medan magnet konduktor akan berinteraksi dengan medan magnet kutub.

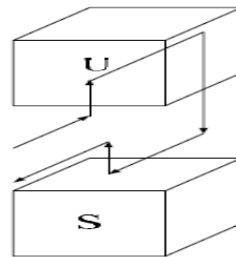


Gambar 2.9 Reaksi Garis Fluks.

Lingkar bertanda A dan B adalah ujung konduktor yang dilengkungkan (*looped conductor*). Arus yang mengalir masuk dari ujung A akan keluar melalui ujung B. Medan magnet konduktor A yang searah jarum jam akan menambah medan pada kutub dan menyebabkan medan yang kuat berada dibawah konduktor.

Konduktor akan berusaha bergerak ke atas untuk keluar dari medan magnet. Medan magnet konduktor B berlawanan arah akan menambah medan magnet pada kutub yang menyebabkan medan yang sangat kuat diatas konduktor. Konduktor akan berusaha bergerak ke bawah agar keluar dari medan kuat tersebut. Reaksi gaya-gaya diatas akan membuat rotor berputar searah jarum jam.

Daerah kumparan motor dc, medan yang dialiri arus listrik akan menghasilkan medan magnet yang melawati kumparan jangkar dengan arah tertentu. Konversi energi listrik menjadi energi mekanik ataupun sebaliknya berlangsung oleh medan magnet, dengan demikian medan magnet selain berfungsi sebagai tempat menyimpan , medan magnet ini juga berfungsi sebagai tempat transmisi energi (perubahan energi), daerah tersebut dapat dilihat pada gambar dibawah ini :



Gambar 2.10 Prinsip Kerja Motor DC.

Proses perubahan energi mekanik dapat berjalan sempurna jika tegangan sumber arus harus lebih besar daripada tegangan gerak yang disebabkan reaksi. Dengan cara memberi arus pada kumparan jangkar yang di lingkari oleh medan maka akan menimbulkan perputaran pada motor.

Mekanisme Kerja untuk motor DC :

1. Arus listrik dalam medan magnet akan memberikan gaya.
2. Jika lilitan yang membawa arus ditekuk menjadi lingkaran/*loop*, maka pada kedua sisi *loop* yaitu pada sebelah kanan medan magnet akan mendapatkan gaya pada arah yang berlawanan.
3. Pasangan gaya menghasilkan tenaga *torque*/putar untuk memutar kumparan motor.
4. Motor memiliki beberapa lingkaran pada dinamanya sebagai tenaga putaran yang sama dan medan magnet yang dihasilkan oleh susunan elektromagnetik yang disebut kumparan medan.

2.2.7. LCD (Liquid Crystal Display)

LCD (*Liquid Crystal Display*) merupakan jenis media untuk menampilkan suatu data, baik karakter, huruf, maupun informasi tentang elektronik yang saling terhubung. LCD sudah banyak digunakan di berbagai bidang seperti televisi, kalkulator, maupun layar komputer. Dalam LCD terdapat kristal cair sebagai penampil utama. Sumber cahaya dalam perangkat LCD merupakan lampu neon berwarna putih pada bagian belakang susunan kristal cair tersebut. Jumlah dari titik cahaya ini mencapai puluhan ribu bahkan jutaan inilah yang membentuk karakter, huruf, atau angka yang dilewati arus listrik. LCD yang digunakan dalam pembuatan ini adalah LCD 16x2. LCD ini digunakan untuk menampilkan program, kinerja sensor, *planning* robot, kecepatan motor.



Gambar 2.11 LCD Character 16x2.

Tabel 2.4 Konfigurasi I/O LCD 16x2

No.	Nama	Deskripsi	Fungsi
1.	VSS	GND (Ground Voltage)	Power
2.	VCC	+5V	Power
3.	VEE	Contrass Voltage 0-5V	Contrass adj.
4.	RS	Register Select Command	Command
5.	R/W	Read/Write Command	Command
6.	EN	Enable Command	Command
7.	D0	I/O	Data LSB
8.	D1	I/O	Data
9.	D2	I/O	Data
10.	D3	I/O	Data
11.	D4	I/O	Data
12.	D5	I/O	Data
13.	D6	I/O	Data
14.	D7	I/O	Data MSB
15.	BPL	Back Plane Light	Contrass adj.
16.	GND	Ground Voltage Backlight	Contrass adj.

Fungsi dari pin – pin LCD pada tabel diatas :

1. Pin data memiliki lebar data 8 bit yang dihubungkan dengan bus data dari rangkaian mikrokontroler.
2. Pin *Register Select* (RS) berfungsi sebagai indikator yang menentukan jenis data yang masuk pada LCD, seperti perintah atau data. Logika *low* menunjukkan perintah sedangkan logika *high* menunjukkan data.
3. Pin *Read/Write* (R/W) berfungsi sebagai perintah atau intruksi pada modul jika *low* “tuliskan data”, sedangkan *high* “baca data”.
4. Pin *Enable* (E) berfungsi untuk mengambil data masuk maupun keluar.
5. Pin VLCD digunakan untuk mengatur kecerahan layar LCD (kontras) dimana pin tersebut dihubungkan dengan trimpot 5kOhm, dan jika tidak digunakan maka dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan dari catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

LCD ini telah dilengkapi dengan mikrokontroler sebagai pengendali dengan tipe mikrokontroler HD44780. LCD juga mempunyai CGROM (*Character Generator Read Only*), CGRAM (*Character generator Random Access Memory*) dan DDRAM (*Display Data Random Access Memory*).

2.2.7.1. DDRAM

Fungsi dari DDRAM tersendiri yaitu sebagai tempat penyimpanan karakter yang akan ditampilkan. Misalkan untuk karakter ‘B’ yang ditulis pada alamat koordinat LCD yaitu 00, maka karakter tersebut akan ditampilkan pada koordinat 00 dibagian baris pertama dan kolom pertama pada LCD.

2.2.7.2. CGRAM

CGRAM pada LCD merupakan memori untuk menggambarkan pola dari sebuah karakter dan dimana bentuk karakter tersebut dapat diubah-ubah. Namun memori ini akan hilang jika *power supply* tidak aktif.

2.2.7.3. CGROM

CGROM adalah memori untuk menggambarkan pola karakter dimana karakter tersebut bisa disimpan permanen dari mikrokontroller HD44780. Karena ROM bersifat permanen, maka karakter tersebut tidak akan hilang walaupun *power supply* tidak aktif. Sifat permanen ini bisa dirubah pada program jika diinginkan.

2.2.8. Trolley

Trolley merupakan alat yang efektif menjadi solusi tepat untuk mempersingkat waktu kerja serta melakukan penghematan tenaga supaya bisa menjaga efisiensi tenaga kerja. sekarang ini *trolley* sudah banyak digunakan di dunia industri sebagai media yang mempermudah pekerjaan para pekerja.

Trolley yang dipakai untuk lokasi pabrik umumnya *trolley* tipe *handtruck* serta tipe *pallet*. Pada *trolley* tipe *handtruck* biasanya mempunyai satu pegangan atau *handle* yang bertujuan supaya pengguna *trolley* bisa lebih mudah ketika mendorong *trolley*. Sedangkan untuk *trolley* pallet penggunaannya memakai sistem pompa yang bisa mengatur ketinggian dasar *trolley* supaya tak mengenai tanggul ataupun medan yang tak rata. Tidak hanya itu saja, *trolley* pallet pun bisa memberi kenyamanan tersendiri daripada *trolley* lainnya. Hal tersebut di sebabkan karena *trolley* pallet tak memebrikan tekanan yang terlalu keras serta cenderung stabil terhadap permukaan yang tak merata.

Industri modern saat ini, banyak inovasi-inovasi baru untuk mempermudah pekerja dalam memindahkan barang menggunakan *trolley*. Salah satunya yaitu *trolley* otomatis yang digerakan oleh motor dan sensor-sensor. *Trolley* otomatis ini dihubungkan dengan robot yang terhubung sehingga *trolley* mengikuti robot atau sensor yang sudah ditentukan titik dimana *trolley* itu harus berhenti, dan melakukan aktivitasnya yang sudah di program oleh robot itu sendiri.



Gambar 2.12 *Trolley* yang terhubung dengan robot didepannya.