

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Tata Cara Kerja

Tata cara kerja merupakan suatu bidang ilmu yang terdiri dari teknik-teknik dan prinsip-prinsip untuk mendapatkan rancangan (desain) terbaik dari sistem kerja (Muhamad Ali, 2016). Penggunaan teknik dan prinsip untuk mengatur komponen-komponen sistem kerja terdiri dari manusia, bahan, perlengkapan, peralatan, dan lingkungan kerja. Komponen-komponen sistem kerja tersebut diatur sedemikian hingga dicapai tingkat efisiensi dan produktifitas yang tinggi.

1. Studi Gerakan (*Motion Study*)

Studi gerakan merupakan analisis yang dilakukan terhadap beberapa gerakan bagian anggota tubuh manusia (pekerja) dalam menyelesaikan suatu pekerjaannya agar gerakan-gerakan yang tidak efektif dapat dikurangi bahkan dihilangkan sehingga dapat menghemat waktu kerja. Berikut gerakan-gerakan kerja diuraikan ke dalam 17 gerakan dasar Therblig (Sitohang dan Norita, 2015).

Tabel 1. Gerakan Therblig

Gerakan Efektif	Gerakan Tidak Efektif
a. Menjangkau (<i>Reach</i>)	a. Mencari (<i>Search</i>)
b. Memegang (<i>Grasp</i>)	b. Memilih (<i>Select</i>)
c. Membawa (<i>Move</i>)	c. Mengarahkan (<i>Position</i>)
d. Mengarahkan awal (<i>Preposition</i>)	d. Memeriksa (<i>Inspection</i>)
e. Memakai (<i>Use</i>)	e. Merencanakan (<i>Plan</i>)
f. Merakit (<i>Assemble</i>)	f. Menahan (<i>Hold</i>)
g. Mengurai rakit (<i>Dissamble</i>)	g. <i>Avoidable delay</i>
h. Melepas (<i>Release</i>)	h. <i>Unavoidable delay</i>
	i. <i>Rest to overcome fatigue</i>

2. Studi Waktu (*Time Study*)

Studi waktu merupakan waktu yang ditujukan untuk mendapatkan waktu baku dalam menyelesaikan pekerjaan. Waktu baku tersebut yaitu waktu yang dibutuhkan secara wajar oleh seorang pekerja normal dalam menyelesaikan suatu pekerjaan dengan sistem kerja terbaik.

B. *Automatic Guided Vehicle (AGV)*

Automatic Guided Vehicle (AGV) merupakan suatu kendaraan yang memanfaatkan teknologi robotika dan dikendalikan secara otomatis menggunakan navigasi yang nantinya dapat bergerak mengikuti jalur yang telah ditentukan (Gilang Akbar Riyadi dkk, 2016). Robot ini digunakan untuk memindahkan benda atau barang dari satu tempat ke tempat yang

lain. *Automatic Guided Vehicle* (AGV) banyak digunakan di bidang industri khususnya dalam proses pendistribusian hasil produksi ke proses yang lainnya dikarenakan efisiensinya tinggi, handal, ketahanan yang kuat, fleksibel, dan akurasi gerak yang tinggi. Fungsi dari *Automatic Guided Vehicle* (AGV) ini serupa dengan *Forklift Truck* yang dikendalikan oleh manusia untuk memindahkan barang.



Gambar 1. *Automatic Guided Vehicle* (AGV)

Sumber : [https://sc02.alicdn.com/kf/](https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1c5qMzkSWBuNjSszdq6zeSpXab/IKV-AGV-Vehicle-Robot-Automated-Guided-Vehicle.jpg)

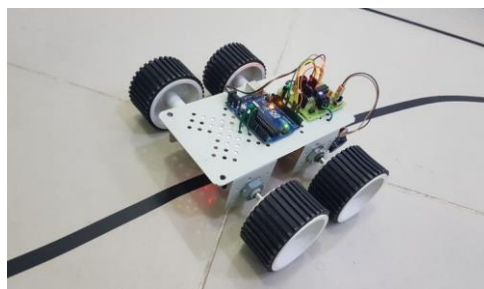
[HTB1c5qMzkSWBuNjSszdq6zeSpXab/IKV-AGV-Vehicle-Robot-Automated-Guided-Vehicle.jpg](https://sc02.alicdn.com/kf/HTB1c5qMzkSWBuNjSszdq6zeSpXab/IKV-AGV-Vehicle-Robot-Automated-Guided-Vehicle.jpg)

Berikut ini adalah beberapa fungsi dari *Automatic Guided Vehicle* (AGV) di bidang industri :

1. Mengirimkan benda atau barang dari satu tempat ke tempat yang lain. Contohnya, mengirimkan benda hasil produksi ke proses produksi yang lain.
2. Memindahkan benda atau barang selama proses produksi berjalan.
3. *Automatic Guided Vehicle* (AGV) dapat memindahkan atau mengirimkan benda secara otomatis.

C. Robot *Line Follower*

Robot *Line Follower* merupakan robot yang dapat bergerak secara otomatis dengan cara mengikuti garis hitam (gelap) dengan permukaan dasar putih atau putih (terang) dengan permukaan dasar hitam tanpa memerlukan bantuan manusia (Vina Eriyani dkk, 2018). Prinsip dasar dari robot ini adalah membedakan warna gelap pada lantai atau dasar lapangan. Robot ini juga dikenal dengan sebutan *Line Tracker*, *Line Tracer*, dan sebagainya. Cara kerja dari sistem robot *Line Follower* secara umum yaitu dimulai dari pembacaan lintasan atau garis oleh sensor photodiode beserta *Led Emitting Diode* (LED) yang mana intensitas pantulan cahaya *Led Emitting Diode* (LED) akan berbeda jika terkena bidang pantul yang gelap dengan bidang pantul yang lebih terang. Perbedaan inilah yang dimanfaatkan sebagai pendeteksi garis sebuah robot *Line Follower* untuk bergerak mengikuti garis yang telah ditentukan.



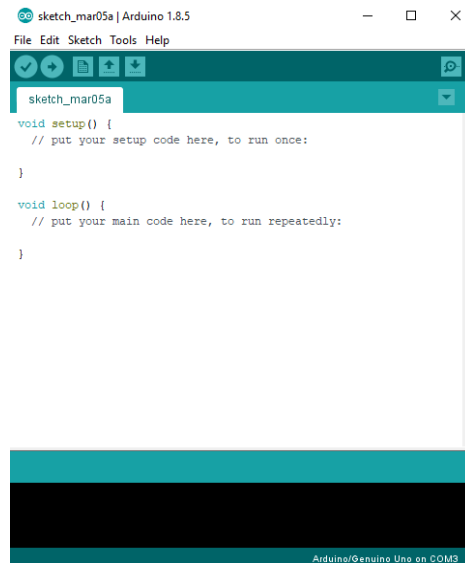
Gambar 2. *Line Follower Robot*

Sumber : <https://s3-ap-southeast-1.amazonaws.com/assets.skyfilabs.com/images/blog/line-follower-with-arm-robot.jpg>

D. Arduino IDE

Arduino IDE adalah *software processing* yang digunakan untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam mikrokontroler arduino. *Processing* merupakan penggabungan antara bahasa C++ dan Java. Arduino IDE terdiri dari 3 (tiga) bagian, yaitu :

1. Editor Program, untuk menulis dan mengedit program dalam bahasa *processing*.
2. *Compiler*, berfungsi mengubah bahasa *processing* kedalam kode biner. Karena, bahasa yang dapat dipahami oleh mikrokontroler yaitu kode biner.
3. *Uploader*, berfungsi memasukkan kode biner kedalam memori mikrokontroler.

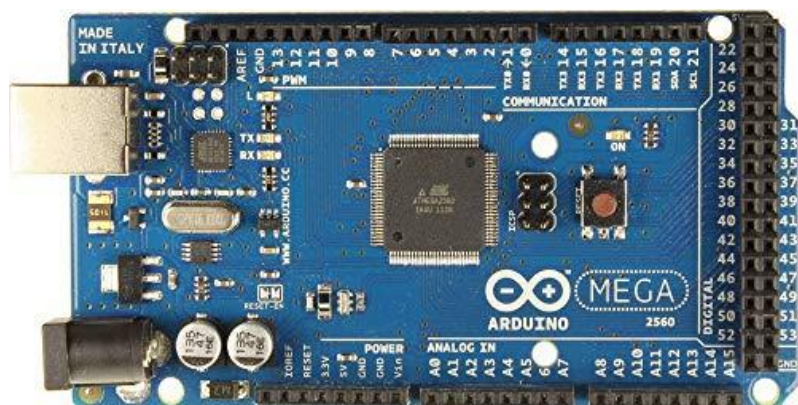


Gambar 3. Tampilan *Software* Arduino IDE

Sumber : Dokumen Pribadi

E. Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah *developer board* (papan pengembangan) mikrokontroler berbasis Arduino dengan menggunakan chip Atmega2560 (Hasanuddin Muhamad, 2017). *Hardware* ini bersifat *open source*, dengan demikian siapapun diberi kebebasan untuk dapat membuat sendiri arduino. *Board* ini memiliki digital *Input/Output (I/O)* sejumlah 54 buah pin (15 buah pin diantaranya adalah PWM), 16 pin analog input, dan 4 pin *Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART)* atau *serial port hardware*. Arduino Mega 2560 dilengkapi sebuah port USB *Type-B*, sebuah *oscillator* 16 Mhz, *power jack DC*, *In Circuit Serial Programming (ICSP) header*, dan tombol reset. *Board* dapat beroperasi dengan catu daya dari *external power supply* dengan tegangan yang direkomendasikan yaitu 7 V hingga 12 V.



Gambar 4. Arduino Mega 2560

Sumber : <https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/51Zn%2B1GpmnL.jpg>

Board Arduino Mega 2560 R3 dilengkapi dengan *polyfuse* yang dapat direset untuk melindungi *port* USB komputer/laptop dari arus berlebih. *Fuse* pada *board* Arduino Mega 2560 R3 memberikan lapisan perlindungan tambahan jika terjadi arus lebih sehingga tidak perlu khawatir menghubungkan Arduino ke komputer. Sirkuit proteksi akan secara otomatis memutus hubungan jika arus lebih dari 500mA. Beberapa pin power pada Arduino Mega 2560 :

1. GND : ground atau negatif.
2. Vin : pin yang digunakan jika ingin memberikan power langsung ke board Arduino dengan rentang tegangan yang disarankan 7V - 12V.
3. Pin 5V : pin output dimana pada pin tersebut mengalir tegangan 5V yang telah melalui regulator.
4. 3V3 : pin output dimana pada pin tersebut disediakan tegangan 3.3V yang telah melalui regulator.
5. IOREF : pin yang menyediakan referensi tegangan mikrokontroler. Biasanya digunakan pada board shield untuk memperoleh tegangan yang sesuai, apakah 5V atau 3.3V.

Board Arduino Mega 2560 memiliki 16 buah input analog dengan resolusi masing-masing 10 bits (memiliki 1024 nilai) dan 54 buah digital pin yang dapat digunakan sebagai input atau output, dengan menggunakan fungsi `pinMode()`, `digitalWrite()`, dan `digitalRead()`. Pin-pin tersebut bekerja pada tegangan 5V, dan setiap pin dapat menyediakan atau

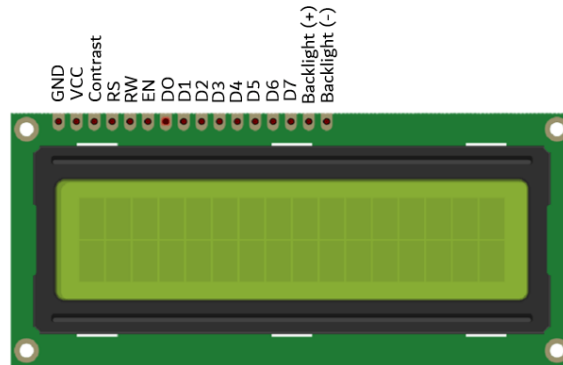
menerima arus sebesar 20mA, dan memiliki tahanan pull-up sekitar 20-50k ohm (secara default dalam posisi terputus). Nilai maksimum adalah 40mA, untuk menghindari kerusakan chip mikrokontroller. Beberapa pin memiliki fungsi khusus :

1. Serial : memiliki 4 serial yang masing-masing terdiri dari 2 pin.
Serial 0 : pin 0 (RX) dan pin 1 (TX). Serial 1 : pin 19 (RX) dan pin 18 (TX). Serial 2 : pin 17 (RX) dan pin 16 (TX). Serial 3 : pin 15 (RX) dan pin 14 (TX). RX digunakan untuk menerima dan TX untuk transmit data serial TTL. Pin 0 dan pin 1 adalah pin yang digunakan oleh chip USB-to-TTL ATmega16U2
2. *External Interrupt*, yaitu pin 2 (untuk *interrupt 0*), pin 3 (*interrupt 1*), pin 18 (*interrupt 5*), pin 19 (*interrupt 4*), pin 20 (*interrupt 3*), dan pin 21 (*interrupt 2*).
3. PWM : terdapat pada Pin 2 hingga 13 dan 44 hingga 46, yang menyediakan output PWM 8-bit dengan menggunakan fungsi `analogWrite()`
4. SPI : Pin 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), dan 53 (SS) mendukung komunikasi SPI dengan menggunakan SPI Library
5. LED : Pin 13. Pada pin 13 terhubung built-in led yang dikendalikan oleh digital pin no 13. Set *HIGH* untuk menyalakan led, *LOW* untuk memadamkannya.
6. TWI : Pin 20 (SDA) dan pin 21 (SCL) yang mendukung komunikasi TWI dengan menggunakan *Wire Library*.

F. *Liquid Crystal Display (LCD) 16x2*

Liquid Crystal Display (LCD) merupakan komponen elektronika yang digunakan untuk menampilkan data berupa karakter, huruf maupun grafik (Vina Eriyani dkk, 2018). Proyek akhir ini menggunakan *Liquid Crystal Display (LCD)* dengan spesifikasi 16x2 (terdiri dari 16 kolom dan 2 baris). Berikut beberapa pin yang terdapat pada modul *Liquid Crystal Display (LCD) 16x2* :

1. GND : 0 Vdc.
2. VCC : 5 Vdc.
3. *Contrast Control* : Mengatur kecerahan LCD.
4. *Register Select (RS)* :
 - a. *High* : Mengirim data.
 - b. *Low* : Mengirim Instruksi.
5. *Read/Write (R/W)* : Untuk pengiriman data ke layar disambungkan ke *LOW*. *High* : Mengirim data. *Low* : Mengirim Instruksi.
6. Enable (E) : Mengontrol LCD ketika bernilai *LOW* (LCD tidak dapat diakses).
7. D0 – D7 : Data 0 – 7.
8. *Backlight +* : Untuk menyalakan lampu latar disambungkan ke VCC.
9. *Backlight -* : Untuk menyalakan lampu latar disambungkan ke GND.



Gambar 5. *Liquid Crystal Display (LCD)*

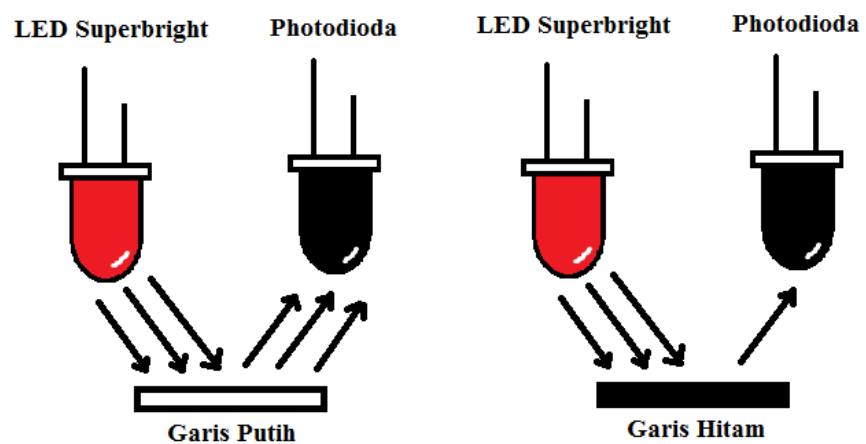
Sumber : <https://i2.wp.com/www.nyebarilmu.com/wp-content/uploads/2017/09/LCD-16x2-dan-pin-out.png?w=630&ssl=1>

G. Sensor Garis

Sensor garis merupakan sensor yang berfungsi mendeteksi warna gelap atau terang, dimana warna tersebut terdeteksi oleh sensor akibat pantulan cahaya lampu (Fahmi Diyati, 2016). Sensor garis terdiri dari *Led Emitting Diode (LED)* dan sensor photodiode.

1. *Led Emitting Diode (LED)*, merupakan salah satu jenis dioda semikonduktor yang dapat mengeluarkan energi cahaya ketika dicatu atau diberikan tegangan dan mengalirkan hanya satu arah arus saja.
2. Sensor Photodiode, merupakan salah satu jenis sensor yang memiliki kepekaan terhadap cahaya (*photodetector*). Sensor ini akan mengalami perubahan resistansi pada saat menerima intensitas cahaya dan mengalirkan arus listrik secara *forward* sebagaimana dioda pada umumnya.

Prinsip kerja sensor garis ini yaitu, nilai resistansi akan berkurang bila terkena cahaya dan bekerja kondisi *reverse* bias. Untuk memberikan pantulan cahaya digunakan *Led Emitting Diode (LED) Superbright*. Komponen ini mempunyai cahaya sangat terang, sehingga dapat mensuplai pantulan cahaya ke photodioda. Berikut ini gambaran prinsip kerja dari sensor photodioda.



Gambar 6. Prinsip Kerja Sensor Garis

Sumber : Dokumen Pribadi

H. Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik merupakan sensor yang berfungsi menghitung jarak suatu benda atau objek (Arasada dan Suprianto, 2017). Sensor ultrasonik yang digunakan pada proyek akhir ini yaitu HC-SR04. Sensor ini terdapat dua komponen utama yaitu pemancar (*transmitter*) dan penerima (*receiver*). *Transmitter* berfungsi sebagai pengirim gelombang bunyi, sedangkan *receiver* berfungsi sebagai penerima gelombang bunyi. Kecepatan gelombang bunyi yang dipancarkan adalah 344 m/s. Untuk

menghitung jarak sensor terhadap benda atau objek dengan menghitung lamanya waktu gelombang untuk sampai pada *receiver*. Sensor ini dapat mengukur jarak dalam rentang antara 3 cm – 3 m dengan *output* pulsa yang sebanding dengan jarak objek dan dibutuhkan 2 pin I/O untuk berkomunikasi dengan mikrokontroler, yaitu *TRIGGER* dan *ECHO*. Berikut spesifikasi dari sensor ultrasonik HC-SR04 :



Gambar 7. Sensor Ultrasonik HC-SR04

Sumber : <https://www.diyspacepk.com/wp-content/uploads/2016/02/Ultrasonic-Distance-Sensor-SRH-04-4.jpg>

Tabel 2. Spesifikasi Sensor Ultrasonik HC-SR04

Spesifikasi	Deskripsi
Rentang Jangkauan	3 cm – 3 m
Dimensi	24 mm (P) x 20 mm (L) x 17 mm (T)
Sensitifitas	Dapat mendeteksi objek dengan diameter 3 cm pada jarak lebih dari 1 m
Konsumsi Arus	30 mA (rata-rata), 50 mA (max)

I. Driver dan Motor DC

Driver motor merupakan rangkaian yang menghubungkan mikrokontroller dengan motor. Driver motor berfungsi untuk mengatur arah serta kecepatan putaran motor dengan memisahkan catu daya atau sumber tegangan antara mikrokontroller dan motor (Hebi Jaya Wahyudi, 2015). Hal ini perlu dipisahkan karena arus serta tegangan yang dikeluarkan oleh mikrokontroller tidak bisa memenuhi kebutuhan motor.

1. *H-Bridge MOSFET*

H-Bridge Metal Oxide Field Effect Transistor (MOSFET) merupakan rangkaian yang digunakan sebagai saklar (*switch*) berupa MOSFET yang disusun menyerupai huruf H (Irwan Sukma Darmawan, 2012). MOSFET yang digunakan adalah tipe N – *Channel Enhancement*. MOSFET jenis ini memiliki saluran kanal berbahan semi konduktor tipe n sehingga saluran tertutup dan tidak ada arus listrik yang mengalir dari *drain* ke *source* dalam kondisi awal. MOSFET jenis ini mudah digunakan karena dalam kondisi awal tidak ada arus listrik yang mengalir dari *drain* ke *source* dan V_{GS} yang digunakan adalah tegangan positif.

2. *Pulse Width Modulation* (PWM)

Pulse Width Modulation (PWM) merupakan metode mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital dengan berbagai variasi *duty cycle* (Irwan Sukma Darmawan, 2012). Hasil perbandingan antara sinyal referensi dan sinyal pembawa kemudian

mendapatkan sinyal digital. Ketika tegangan sinyal pembawa lebih besar dari tegangan referensi, tegangan keluaran yang dihasilkan adalah tegangan minimum dan sebaliknya, tegangan keluaran maksimum bila tegangan sinyal pembawa lebih kecil dari tegangan referensi.



Gambar 8. Motor DC *Geared*

Sumber : [https://www.batteryspace.com/
images/products/detail/2351_01.png](https://www.batteryspace.com/images/products/detail/2351_01.png)

Motor DC atau motor arus searah merupakan suatu perangkat elektromagnetik yang berfungsi mengubah energi listrik menjadi energi mekanik (putaran motor) (Hebi Jaya Wahyudi, 2015). Motor DC membutuhkan suplai tegangan dengan arus yang searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi mekanik. Dalam proyek akhir ini Motor DC digunakan untuk menggerakkan roda robot dan mengangkat benda dengan konstruksi Motor DC linear (aktuator).

J. Baterai *Lithium Polymer (Li-Po)*

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik didalamnya dan dapat menyimpan energi yang dapat dikonversi menjadi daya. Baterai berfungsi sebagai sumber tenaga listrik. Baterai yang digunakan pada

proyek akhir ini menggunakan baterai *Lithium Polymer* (Li-Po) 3S (11,1-12,6 V) berkapasitas 850 mAh.

Baterai *Lithium Polymer* (Li-Po) tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan film tipis, disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Metode seperti ini membuat baterai Li-Po dapat dibuat berbagai bentuk dan ukuran (Afif dan Pratiwi, 2015).



Gambar 9. Baterai *Lithium Polymer* (Li-Po)

Sumber : https://images-na.ssl-images-amazon.com/images/I/81NjhUcix8L._SX425_.jpg