

2018

MODUL ROBOT LINEFOLLOWER



PRAKTIKUM PEMOGRAMAN ROBOT CERDAS

LABORATORIUM AI

Pengantar

Laboratorium Kecerdasan Buatan setiap semester selalu melaksanakan kegiatan praktikum dan pada semester genap biasa dilakukan kegiatan praktikum Pemrograman Robot Cerdas. Kegiatan praktikum ini dilaksanakan sebagai pendukung matakuliah yang sama yaitu Pemrograman Robot Cerdas dengan prespektif pada perkembangan teknologi. Materi praktikum Pemrograman Robot Cerdas adalah pemrograman robot beroda dengan mikrokontroler ATMEGA16 menggunakan tool pemrograman BASCOM-AVR. Kegiatan praktikum yang dilaksanakan 12 x pertemuan dengan 4 jam/pertemuan dan 2 orang asisten laboratorium untuk setiap kelas.

Pembuatan modul praktikan dibuat sepenuhnya oleh :

- Dina Budhi Utami, S.Kom., MT.
- Milda Gustiana Husada, Ir., M.Eng.

Modul praktikan untuk praktikum Pemrograman Robot Cerdas ini telah ditinjau oleh :

- Muhammad Ichwan, Ir., MT. (Ketua Program Studi Teknik Informatika 2015-2019)

Daftar isi

Pengantar.....	ii
Daftar isi	iii
BAB 1 PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR.....	1
Praktikum 1.1 - Pulse Width Modulation Untuk Pengendalian Kecepatan Dan Arah Gerak Linier Robot.....	1
Praktikum 1.2 - Pengendalian Kecepatan dan Torsi	6
BAB II PENGENDALIAN ARAH PUTAR	9
Praktikum 2.1 - Pengendalian Arah Berdasarkan Polaritas	9
Praktikum 2.2 - Pengendalian Arah dengan H-Bridge	11
BAB III APLIKASI ROBOT <i>LINE FOLLOWER</i>.....	16
Praktikum 3.1 - Pengendalian Sensor Phototransistor Pada Robot <i>Line Follower</i>	16
Praktikum 3.2 - Pengendalian Gerak Robot <i>Line follower</i>	20

BAB 1 PENGENDALIAN KECEPATAN MOTOR

Praktikum 1.1 - Pulse Width Modulation Untuk Pengendalian Kecepatan Dan Arah Gerak Linier Robot

A. Tujuan

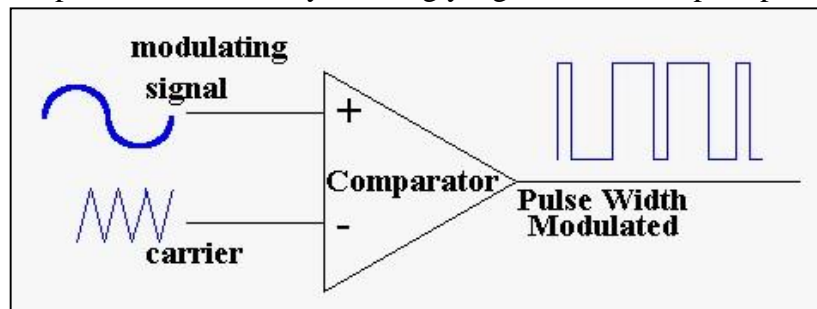
1. Mahasiswa dapat memahami konsep *Pulse Width Modulation* (PWM)
2. Mahasiswa dapat mengendalikan kecepatan motor DC

B. Dasar Teori

Untuk menggerakkan sebuah robot beroda menggunakan motor DC, dibutuhkan dua pengendalian, yaitu :

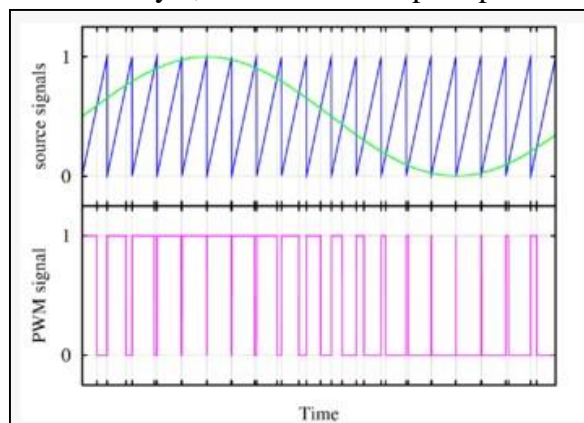
1. Pengendalian kecepatan
2. Pengendalian motor dua arah

Salah satu teknik pengendalian kecepatan motor adalah dengan *Pulse Width Modulation* (PWM). PWM adalah sebuah cara memanipulasi lebar sinyal atau tegangan yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda. Untuk mendapatkan sinyal PWM dari input berupa sinyal analog, dapat dilakukan dengan membentuk gelombang gigi gergaji atau sinyal segitiga yang diteruskan ke komparator bersama sinyal analog yang dimodulasi seperti pada Gambar 1.



Gambar 1 Proses Modulasi Sinyal Analog

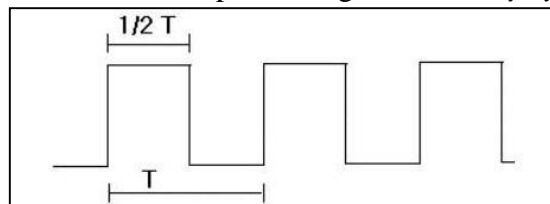
Jika digambarkan dalam bentuk sinyal, maka terlihat seperti pada Gambar 2 :



Gambar 2 Proses modulasi lebar sinyal analog

Berdasarkan Gambar 2, Sinyal input analog (sinusioda) dimodulasikan dengan sinyal gigi gergaji (sinyal segitiga), sehingga didapatkan sinyal PWM seperti gambar dibawahnya (pulsa dengan kelebaran bervariasi).

Teknik PWM untuk pengendalian kecepatan motor adalah dengan cara merubah-ubah besarnya *duty cycle* pulsa. Pulsa inilah yang menentukan kecepatan motor. Dengan mengatur besarnya *duty cycle* pulsa kotak yang dikirimkan, maka dapat diatur banyaknya logika high yang diberikan pada motor, dengan kata lain mengatur lamanya waktu motor untuk berputar dalam satu periode pulsa. Berikut contoh pulsa dengan besar *duty cycle* 50% pada Gambar 3.



Gambar 3 Pulsa dengan *duty cycle* 50%

Pada mikrokontroler ATmega16 terdapat 4 buah pin PWM yaitu PB3, PD4, PD5, dan PD7.

Pin		Channel	Keterangan
PB3	0	8 bit PWM channel (Timer0)	
PD4	1B	16 bit PWM channel (Timer1)	
PD5	1A	16 bit PWM channel (Timer1)	
PD7	2	8 bit PWM channel (Timer2)	

Terdapat 3 register dasar yang terkait dengan channel:

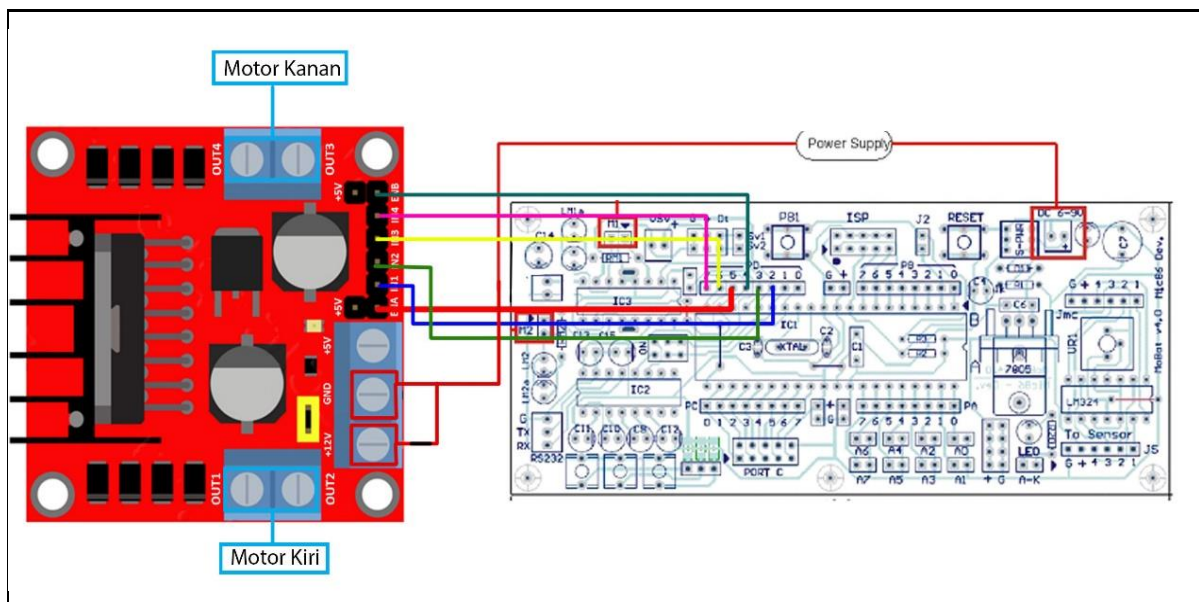
1. TCCR (*Timer Counter Control Register*) : untuk memilih mode operasi.
2. TCNT (*Timer Counter*) : counter register.
3. OCR (*Output Compare Register*): counter register TCNT dibandingkan dengan register ini.

PWM merupakan salah satu mode pada timer. Mode PWM Timer juga dapat mencacah turun yang berlawanan dengan mode Timer atau mencacah naik. Pada mode PWM tersebut, Timer mencacah naik hingga mencapai nilai TOP, yaitu 0xFF (255) untuk PWM 8 bit dan 0x3FF (1023) untuk PWM 10 bit. Timer/Counter 0 hanya memiliki PWM 8 bit, sedangkan pada Timer/Counter 1 memiliki 9 bit dan PWM 10 bit, dan Timer/Counter 2 memiliki PWM 8 bit.

C. Alat dan Bahan

1. Satu Robot Beroda
2. Satu Kabel Power
3. 6 Buah Kabel Jumper
4. Stopwatch
5. Satu Kit Programmer
6. Satu Kabel ISP
7. Satu Kabel Data
8. Aplikasi Bascom
9. Aplikasi AVR Programmer
10. Driver USB Prolific
11. Satu power supply

D. Rangkaian Alat



E. Kode Program

```
'latihan mengatur kecepatan motor
'PORTD2 dan PORTD3 motor kiri m1
'PORTD6 dan PORTD7 motor kanan m2

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 8000000

Config Portd = Output
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Down ,
Compare B Pwm =
Clear Down , Prescale = 1
```

```

'----- 0 kecepatan = Min; 255 kecepatan = Max-----
Pwm1a = 50          'motor kiri m1
Pwm1b = 50          'motor kanan m2
Portd = 0
Do
'-----Maju-----
Portd.2 = 1         'motor kiri m1
Portd.3 = 0
Portd.6 = 1         'motor kanan m2
Portd.7 = 0
Loop
End

```

F. Langkah Kegiatan

1. Rangkai alat dan bahan seperti pada poin D (Rangkaian Alat).
2. Salin kode program pada poin E (Kode Program) pada aplikasi BASCOM.
3. Kompilasi program sehingga menghasilkan file .HEX.
4. Hubungkan kit Programmer ke port ISP pada robot beroda dan jalankan aplikasi AVR Programmer.
5. Atur chip aplikasi AVR Programmer sesuai dengan jenis mikrokontroler pada robot beroda. Sesuaikan crystal pada AVR Programmer.
6. Carilah file .HEX yang dibuat dan kemudian upload ke dalam mikrokontroler dengan menekan tombol “WRITE” pada aplikasi AVR Programmer.
7. Cek arah perputaran robot beroda, jika arah perputaran ke belakang (mundur) maka putar balik pin motor DC (M).
8. Dengan menggunakan stopwatch, hitung waktu(t) yang dibutuhkan robot beroda untuk menempuh jarak 2 meter.
9. Berdasarkan hasil yang didapat pada poin 8, hitung kecepatan linier (m/s) dan kecepatan sudut (rpm) motor DC.
10. Ubah nilai pwm pada robot beroda menjadi 100.
11. Dengan menggunakan stopwatch, hitung waktu(t) yang dibutuhkan robot beroda untuk menempuh jarak 2 meter.
12. Berdasarkan hasil yang didapat pada poin 8, hitung kecepatan linier (m/s) dan kecepatan sudut (rpm) motor DC.
13. Bandingkan hasil pada poin 9 dan poin 12.

G. Pengujian Pemahaman

1. Apa yang dimaksud dengan *duty cycle* pada pengaturan PWM?
2. Jelaskan pengertian kode berikut

```

Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear
Down , Compare B Pwm = Clear Down , Prescale = 1

```

3. Jelaskan perbedaan hasil pengaturan timer Pwm = 8 dan Pwm = 10?

4. Jelaskan perbedaan hasil pengaturan timer Compare A Pwm = *Clear Down* dan Compare A Pwm = *Clear Up*?

5. Jelaskan pengertian kode berikut ?

```
Pwm1a = 50           'motor kiri m1  
  Pwm1b = 50         'motor kanan m2
```

6. Program robot beroda sehingga menghasilkan kecepatan linier 0.2 m/s?

7. Program robot beroda sehingga robot bergerak maju kemudian berbelok ke kanan 30° seperti jalur berikut



8. Program robot beroda sehingga robot bergerak maju kemudian berbelok ke kiri 180° seperti jalur berikut?



Praktikum 1.2 - Pengendalian Kecepatan dan Torsi

A. Tujuan

1. Mahasiswa memahami pengaruh beban terhadap kecepatan motor.
2. Mahasiswa dapat mengontrol torsi motor DC
3. Mahasiswa memahami pengaruh torsi DC terhadap kecepatan motor DC

B. Dasar Teori

Dalam ilmu listrik, torsi yang dikeluarkan oleh sebuah motor akan berbanding lurus dengan jumlah lilitan. Secara umum torsi (*torque*) merupakan gaya yang digunakan untuk menggerakkan sesuatu dengan jarak dan arah tertentu. Dari penjelasan tersebut, maka rumusan untuk torsi dapat diturunkan menjadi :

$$t = F \cdot l$$

dimana : t = Torsi (Torque), Newton meter (N.m);
 F = Gaya penggerak, Newton (N)
 l = jarak, meter (m)

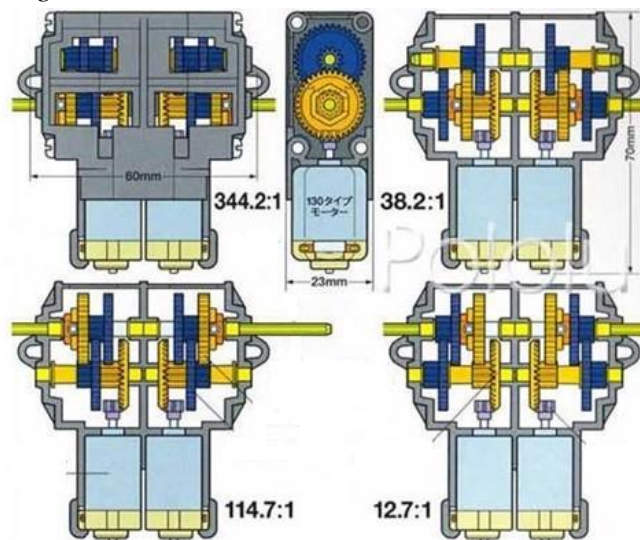
Sedangkan hubungan torsi (*Torque*) terhadap daya (*power*) pada sebuah motor adalah :

$$P = w \cdot t$$

dimana : w = Kecepatan sudut, radian/detik (Rad/s)
 P = daya atau power, watt (W)
 t = Torsi (*Torque*), Newton meter (N.m);

Dari persamaan diatas dapat dilihat bahwa power yang dibutuhkan oleh motor sebanding dengan besarnya torsi yang dihasilkan pada kecepatan putaran tertentu.

Pada motor DC besarnya torsi dapat diatur dari susunan gear box. Berikut adalah beberapa susunan *gear box* dan *gear ratio*.



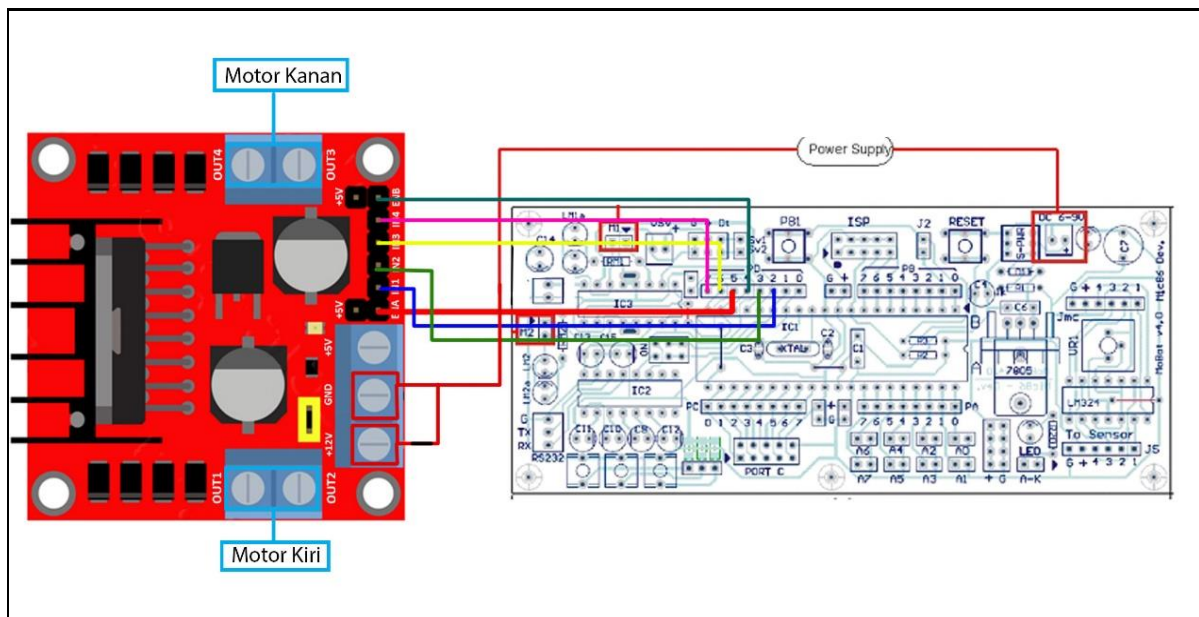
Pengaturan *gear* akan memberikan pengaruh terhadap kecepatan maksimal dan percepatan (torsi). Semakin tinggi perbandingan *gear ratio* maka semakin tinggi percepatan (torsi) dan semakin rendah perbandingan *gear ratio* maka semakin tinggi kecepatan maksimal.

C. Alat dan Bahan

1. Satu Robot beroda
2. Satu Kabel Power

3. 6 Buah Kabel Jumper
4. Stopwatch
5. Satu Kit Programmer
6. Satu Kabel ISP
7. Satu Kabel Data
8. Aplikasi Bascom
9. Aplikasi AVR Programmer
10. Driver USB Prolific
11. Satu Power Supply

D. Rangkaian Alat



E. Langkah Kegiatan

1. Rangkai alat dan bahan seperti pada poin D (Rangkaian Alat).
2. Hubungkan kit Programmer ke port ISP pada robot beroda dan jalankan aplikasi AVR Programmer.
3. Atur chip aplikasi AVR Programmer sesuai dengan jenis mikrokontroler pada robot beroda. Serta atur crystal sesuai dengan crystal pada mikrokontroler yang digunakan pada robot beroda.
4. Carilah file .HEX yang dibuat pada Praktikum 1.1 dan kemudian upload ke dalam mikrokontroler dengan menekan tombol "WRITE" pada aplikasi AVR Programmer.
5. Cek arah perputaran robot beroda, jika arah perputaran ke belakang (mundur) maka putar balik pin motor DC (M).
6. Cek susunan gerabok pada robot beroda, dan tentukan nilai torsinya.
7. Dengan menggunakan stopwatch, hitung waktu(t) yang dibutuhkan robot beroda untuk menempuh bidang lurus sepanjang 2 meter.
8. Dengan menggunakan stopwatch, hitung waktu(t) yang dibutuhkan robot beroda untuk menempuh bidang miring 30° sepanjang 1 meter.

9. Berdasarkan hasil yang didapat pada poin 7 dan 8, hitung kecepatan linier (m/s), kecepatan sudut (rpm) motor DC, dan daya.
10. Ubah susunan gearbox dan tentukan nilai torsinya.
11. Dengan menggunakan stopwatch, hitung waktu(t) yang dibutuhkan robot beroda untuk menempuh bidang lurus sepanjang 2 meter.
12. Dengan menggunakan stopwatch, hitung waktu(t) yang dibutuhkan robot beroda untuk menempuh bidang miring 30° sepanjang 2 meter.
13. Berdasarkan hasil yang didapat pada poin 11 dan 12, hitung kecepatan linier (m/s), kecepatan sudut (rpm) motor DC, dan daya.
14. Bandingkan hasil yang didapat pada poin 11 dan 12.

F. Pengujian Pemahaman

1. Bagaimana hubungan torsi terhadap kecepatan dan jenis lintasan?
2. Mengapa ukuran setiap gear berbeda dan bagaimana pengaruh ukuran *gear* terhadap kecepatan dan percepatan?
3. Ubah susunan *gear box* dan nilai pwm sehingga menghasilkan kecepatan paling efektif untuk berbagai kondisi jalan (datar, menanjak, dan menurun)

BAB II PENGENDALIAN ARAH PUTAR

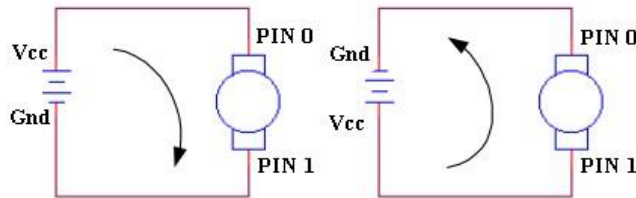
Praktikum 2.1 - Pengendalian Arah Berdasarkan Polaritas

A. Tujuan

1. Mahasiswa dapat mengontrol motor DC dua arah

B. Dasar Teori

Dalam aplikasinya seringkali sebuah motor digunakan untuk arah yang searah dengan jarum jam maupun sebaliknya. Untuk mengubah putaran dari sebuah motor dapat dilakukan dengan mengubah arah arus yang mengalir melalui motor tersebut. Secara sederhana seperti yang ada pada gambar 1, hal ini dapat dilakukan hanya dengan mengubah polaritas tegangan motor.



Gambar 1 Dasar pengendalian arah putar motor

Berdasarkan Gambar 1, proses kendali arah putar motor ditentukan oleh logika dari 2 pin (pin 0 dan pin 1), dimana agar motor tersebut bekerja, maka kondisi pin 0 dan pin 1 harus saling berbeda logika. Motor akan berhenti apabila keduanya berlogika 0. Berikut adalah kondisi motor berdasarkan logika pada pin 0 dan pin 1:

PIN0	PIN1	Kondisi Motor
0	0	Break
1	0	Clockwise CW
0	1	Counter Clockwise (CCW)
1	1	Break

C. Alat dan Bahan

1. Satu Robot beroda
2. Satu Kabel Power
3. 6 Buah Kabel Jumper
4. Satu Kit Programmer
5. Satu Kabel ISP
6. Dua Kabel Data
7. Aplikasi Bascom
8. Aplikasi AVR Programmer
9. Driver USB Prolific
10. Satu Kit I/O
11. Satu power supply

D. Langkah Kegiatan

1. Rangkai alat dan bahan seperti pada poin D (Rangkaian Alat) Praktikum 1.1.
2. Salin kode program pada poin E (Kode Program) Praktikum 1.1 pada aplikasi BASCOM.
3. Kompilasi sehingga menghasilkan file .HEX.
4. Hubungkan kit Programmer ke port ISP pada robot beroda dan jalankan aplikasi AVR Programmer.
5. Atur chip aplikasi AVR Programmer sesuai dengan jenis mikrokontroler pada robot beroda. Serta atur crystal sesuai dengan crystal pada mikrokontroler yang digunakan pada robot beroda.
6. Carilah file .HEX yang dibuat dan kemudian upload ke dalam mikrokontroler dengan menekan tombol "WRITE" pada aplikasi AVR Programmer.
7. Cek arah perputaran robot beroda
8. Kemudian balikan polaritas pin motor DC M1

E. Pengujian Pemahaman

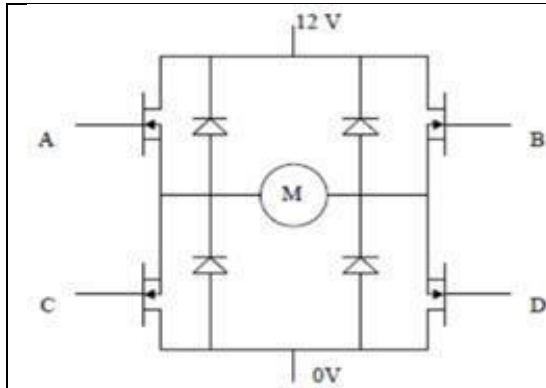
1. Jelaskan cara kerja motor DC dalam mengatur arah putaran berdasarkan pengendalian polaritas.
 2. Jelaskan perbedaan antara motor AC dan motor DC?
-

Praktikum 2.2 - Pengendalian Arah dengan H-Bridge

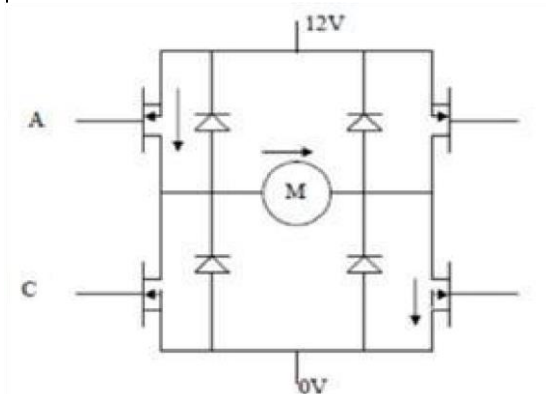
A. Tujuan

1. Mahasiswa dapat mengontrol motor DC dua arah dengan menggunakan H-BRIDGE

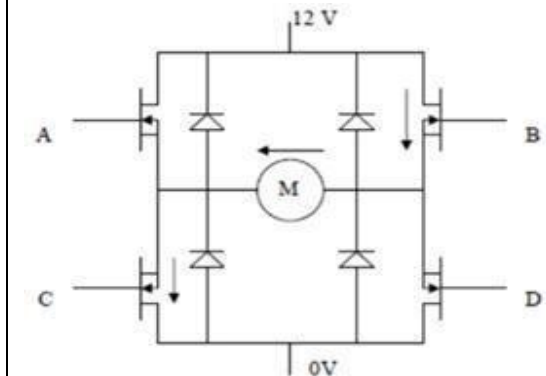
B. Dasar Teori



Gambar 1 Rangkaian H-Bridge



Gambar 2 Arah arus pada saat transistor A dan D on sedangkan transistor lain off



Gambar 3 Arah arus pada saat transistor B dan C on sedangkan transistor lain off

H-bridge adalah sebuah perangkat keras berupa rangkaian yang berfungsi untuk menggerakkan motor. H-Bridge ini digunakan untuk mengatur arah putaran motor. Rangkaian ini diberi nama H-bridge karena bentuk rangkaian yang menyerupai huruf H seperti pada Gambar 1 berikut.

Rangkaian ini terdiri dari empat buah transistor. Prinsip kerja rangkaian ini adalah dengan mengatur mati-hidupnya ke empat transistor tersebut. Huruf M pada gambar adalah motor DC yang akan dikendalikan. Bagian atas rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub positif, sedangkan bagian bawah rangkaian akan dihubungkan dengan sumber daya kutub negatif.

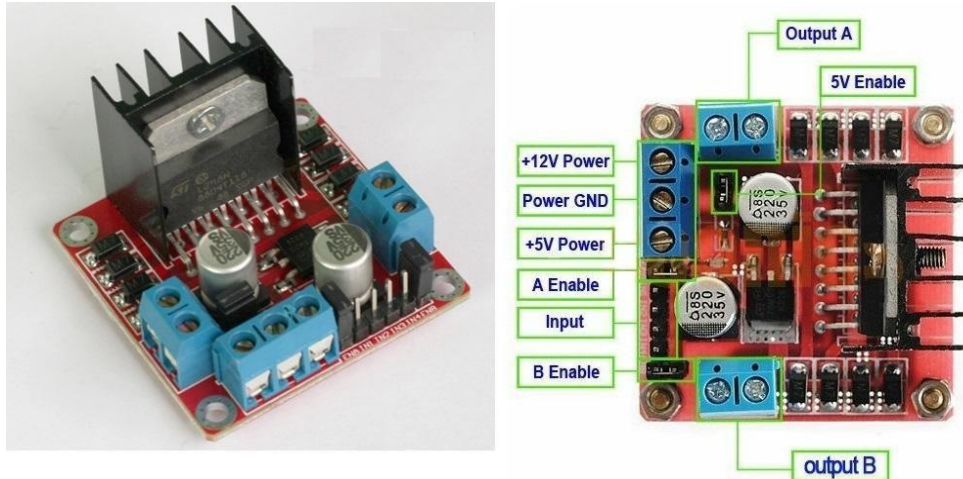
Pada saat transistor A dan transistor D on sedangkan transistor B dan transistor C off, maka sisi kiri dari gambar motor akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya, sedangkan sisi sebelah kanan motor akan terhubung dengan kutub negatif dari catu daya sehingga motor akan bergerak searah jarum jam dijelaskan pada Gambar 2 berikut.

Sebaliknya, jika transistor B dan transistor C on sedangkan transistor A dan transistor D off, maka sisi kanan motor akan terhubung dengan kutub positif dari catu daya sedangkan sisi kiri motor akan terhubung dengan kutub negatif dari catu daya, sehingga motor akan bergerak berlawanan arah jarum jam dijelaskan pada Gambar 3 berikut.

A	B	C	D	Aksi
1	0	0	1	Motor berputar searah jarum jam
0	1	1	0	Motor berputar berlawanan arah jarum jam
0	0	0	0	Bebas
0	0	1	1	Pengereman
1	1	0	0	Pengereman

Tabel Konfigurasi H-Bridge

Untuk aplikasi pengendalian arah dengan menggunakan mikrokontroler, dapat digunakan driver H-Bridge. Salah satu contoh driver H-Bridge adalah L293D, L298N, dll.



Gambar Modul Driver Motor DC H-Bridge Dengan IC L298N

Untuk megoperasikan modul Driver Motor DC H-Bridge IC L298N ini, hubungkan kabel + dan kabel - motor DC 1 dengan pin output A, serta hubungkan kabel + dan kabel - motor DC 2 dengan pin output B. Hubungkan power supply pada pin +12V Power dan Power GND, pin +% V Power merupakan output yang digunakan untuk memberikan power pada mikrokontroller. Hubungkan pin A enabled pada dengan pin PWM1A mikrokonroller ATmega16 (PD4) serta Hubungkan pin B enabled pada dengan pin PWM1B mikrokonroller ATmega16 (PD5) Hubungkan pin IN1 dan IN2 dengan PD2 dan PD3, serta hubungan pin IN3 dan IN4 dengan PD6 dan PD7.

Berikut ini merupakan tabel kontrol Driver Motor DC H-Bridge ICL298N.

Motor A truth table

ENA	IN1	IN2	Description
0	N/A	N/A	Motor A is off
1	0	0	Motor A is stopped (brakes)
1	0	1	Motor A is on and turning backwards
1	1	0	Motor A is on and turning forwards
1	1	1	Motor A is stopped (brakes)

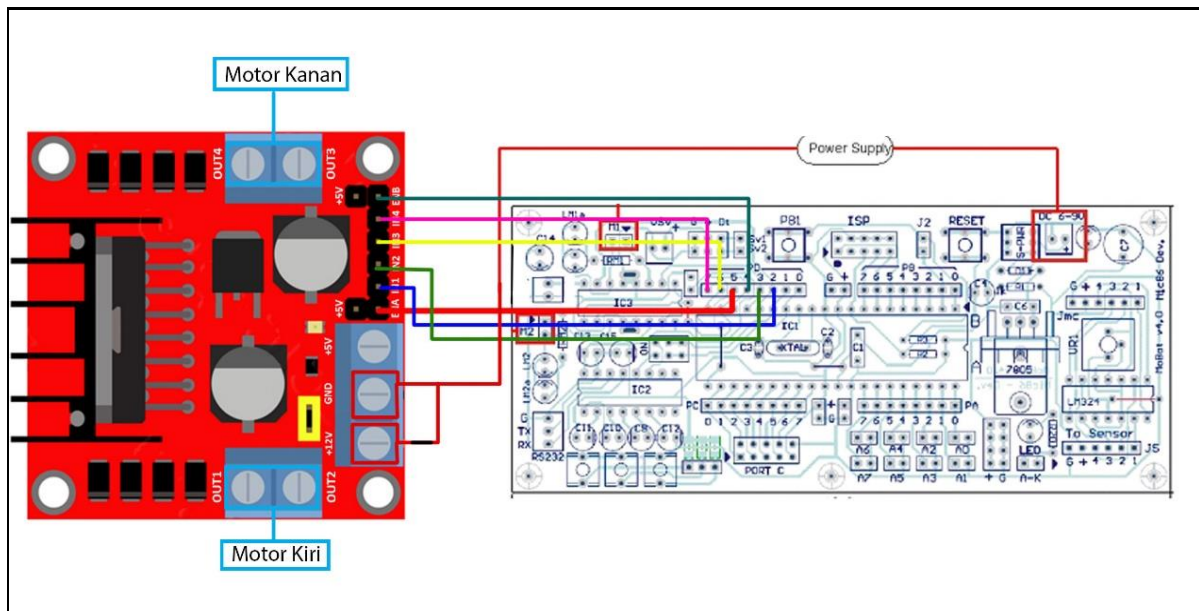
Motor B truth table

ENB	IN3	IN4	Description
0	N/A	N/A	Motor B is off
1	0	0	Motor B is stopped (brakes)
1	0	1	Motor B is on and turning backwards
1	1	0	Motor B is on and turning forwards
1	1	1	Motor B is stopped (brakes)

C. Alat dan Bahan

1. Satu Robot beroda
2. Modul Driver Motor DC H-Bridge Dengan IC L298N
3. Satu Kabel Power
4. 6 Buah Kabel Jumper
5. Satu Kit Programmer
6. Satu Kabel ISP
7. Dua Kabel Data
8. Aplikasi Bascom
9. Aplikasi AVR Programmer
10. Driver USB Prolific
11. Satu Kit I/O
12. Satu power supply

D. Rangkaian Alat



E. Kode Pemrograman

```
'latihan mengatur kecepatan motor

'PORTD2 dan PORTD3 motor kiri m1 'PORTD6 dan PORTD7 motor
kanan m2

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 16000000
Config Portd = Output
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 8 , Compare A Pwm = Clear Down ,
Compare B Pwm = Clear Down , Prescale = 1
```



```

'----- 0 kecepatan = Min; 255 kecepatan = Max-----
Pwm1a = 50                                'motor kiri m1
Pwm1b = 50                                'motor kanan m2
Portd = 0
Do
'-----Maju-----
Portd.2 = 1                                'motor kiri m1
Portd.3 = 0
Portd.6 = 1                                'motor kanan m2
Portd.7 = 0
Waitms 5000
'-----Diam-----
Portd.2 = 0                                'motor kiri m1
Portd.3 = 0
Portd.6 = 0                                'motor kanan m2
Portd.7 = 0
Waitms 1000
'-----Mundur-----
Portd.2 = 0                                'motor kiri m1
Portd.3 = 1
Portd.6 = 0                                'motor kanan m2
Portd.7 = 1
Waitms 5000
Loop
End

```

F. Langkah Kegiatan

1. Rangkai alat dan bahan seperti pada poin d (rangkaian alat).
2. Salin kode program pada poin e (kode program) pada aplikasi Bascom.
3. Kemudian Kompilasi sehingga menghasilkan file .HEX.
4. Hubungkan kit Programmer ke port ISP pada robot beroda dan jalankan aplikasi AVR Programmer.
5. Atur chip aplikasi AVR Programmer sesuai dengan jenis mikrokontroler pada robot beroda. Serta atur crystal sesuai dengan crystal pada mikrokontroler yang digunakan pada robot beroda.
6. Carilah file .HEX yang dibuat dan kemudian upload ke dalam mikrokontroler dengan menekan tombol "WRITE" pada aplikasi AVR Programmer.
7. Cek arah perputaran robot beroda, robot beroda harus bergerak maju, diam, kemudian mundur

G. Pengujian Pemahaman

Buatlah program dengan skenario sebagai berikut:

Gunakan 4 buah switch pada kit I/O sebagai pengendali arah gerak motor dengan kondisi:

- Jika switch 1 ditekan maka robot bergerak maju
- Jika switch 2 ditekan maka robot bergerak mundur
- Jika switch 3 ditekan maka robot berputar ke kiri
- Jika switch 4 ditekan maka robot berputar ke kanan

BAB III APLIKASI ROBOT *LINE FOLLOWER*

Praktikum 3.1 - Pengendalian Sensor Phototransistor Pada Robot *Line Follower*

A. Tujuan

1. Mahasiswa dapat mengenal karakteristik robot *line follower*
2. Mahasiswa dapat memahami penggunaan dan karakteristik sensor phototransistor pada robot *line follower*
3. Mahasiswa dapat menentukan nilai ambang untuk masing-masing phototransistor

B. Dasar Teori

Robot *line follower* adalah sebuah robot yang dapat mengikuti garis. Robot *line follower* terinspirasi oleh gerak semut yang selalu mengikuti garis yang telah dibuat. Robot dapat mengikuti garis berdasarkan perbedaan warna garis. Dalam hal ini, garis pandu yang digunakan adalah garis putih yang ditempatkan di atas permukaan berwarna gelap atau sebaliknya, garis hitam yang ditempatkan pada permukaan yang berwarna putih (cerah). Prinsip kerja pendeteksian garis pandu dari robot ini adalah bahwa tiap-tiap warna permukaan mempunyai kemampuan untuk memantulkan cahaya yang berbeda. Hal inilah yang digunakan untuk mendeteksi garis pandu tersebut.



Phototransistor adalah salah satu sensor yang dapat membedakan warna. Sensor visual ini digunakan untuk menangkap gelombang cahaya yang dipantulkan pada benda sesuai dengan panjang gelombang warna dengan mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Pada umumnya phototransistor berfungsi sebagai receiver (rx) dan digunakan berpasangan dengan transmitter (tx) sebagai contoh led. Berikut adalah

cara kerja phototransistor dalam membedakan warna putih dan hitam.



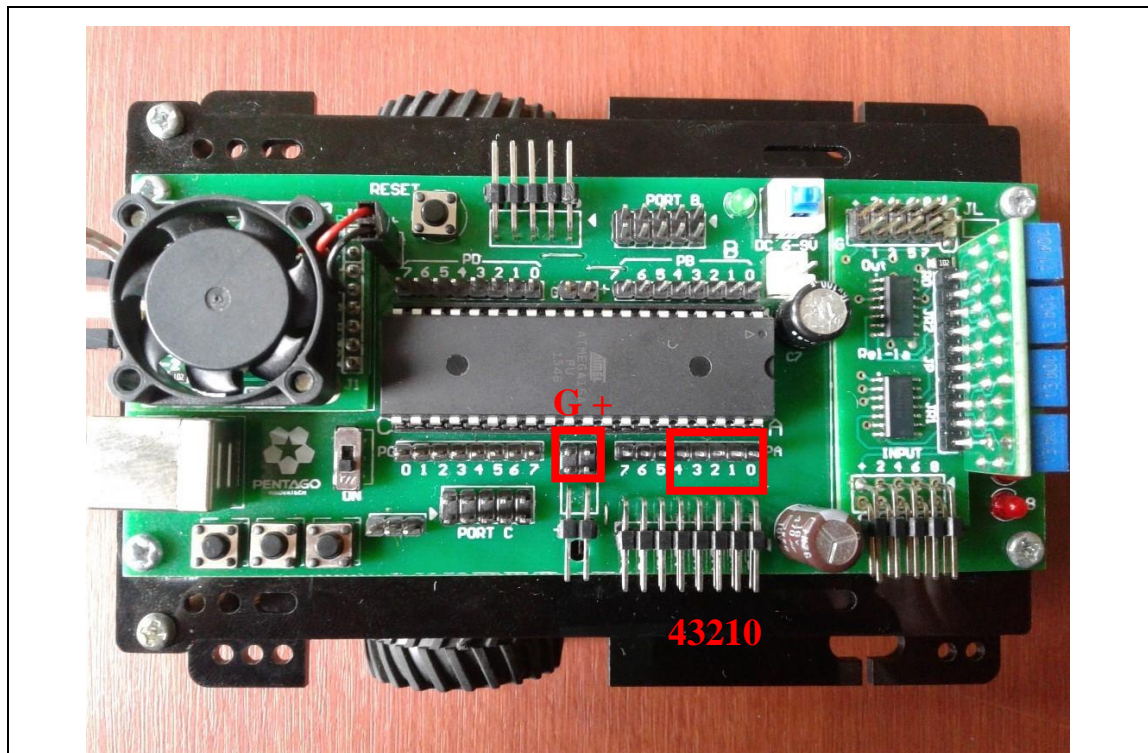
Ketika transmitter tx memancarkan cahaya ke bidang berwarna putih, cahaya akan dipantulkan hampir semuanya oleh bidang berwarna putih tersebut sehingga receiver rx menerima banyak pantulan cahaya. Sebaliknya, ketika transmitter tx memancarkan cahaya ke bidang berwarna gelap atau hitam, maka cahaya akan banyak diserap oleh bidang gelap tersebut, sehingga cahaya yang sampai ke receiver rx tinggal sedikit. Perbedaan cahaya

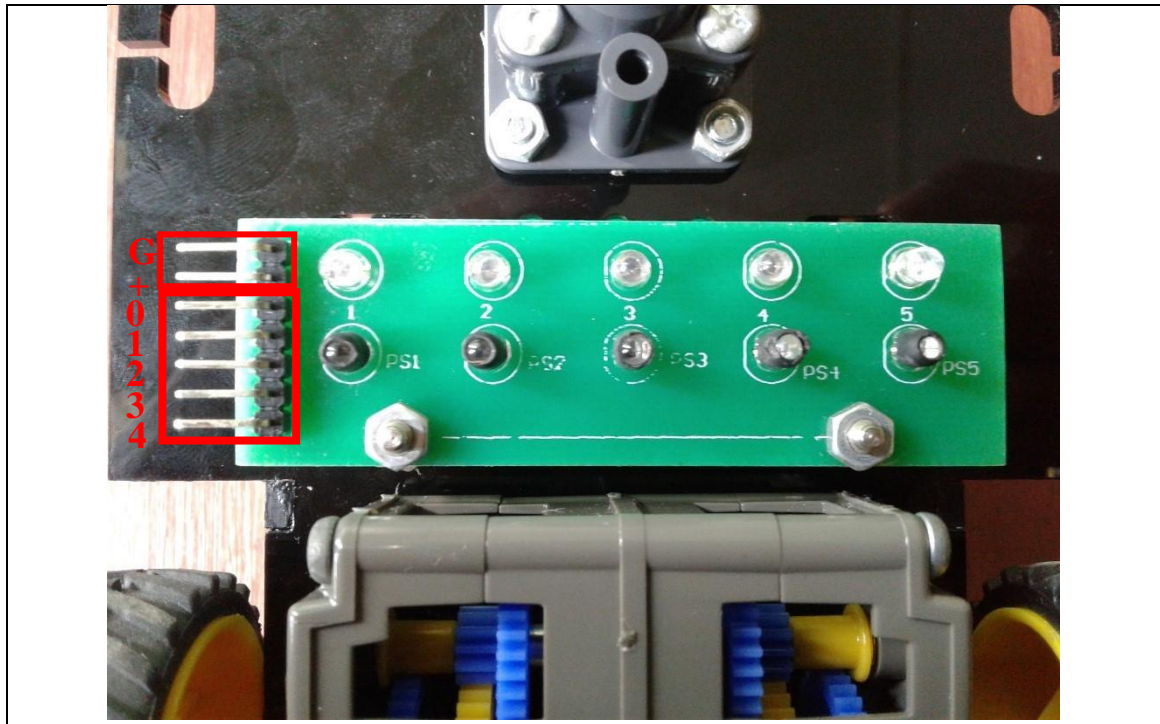
yang diterima oleh receiver akan menyebabkan hambatan yang berbeda-beda di dalam receiver (phototransistor) tersebut.

C. Alat dan Bahan

1. Satu Robot beroda dengan 5 phototransistor
2. Satu Kit Programmer
3. 13 Buah Kabel Jumper
4. Satu Kabel ISP
5. Satu Kabel Data
6. Aplikasi Bascom
7. Aplikasi AVR Programmer
8. Driver USB Prolific
9. Satu kabel RS232 to usb

D. Rangkaian Alat





E. Kode Program

```

$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 8000000
$baud = 9600

Config Adc = Single , Prescaler = Auto ,
Reference = Avcc Start Adc

Dim L2 As Integer , L1 As Integer, C As Integer , R1 As Integer,
R2 As Integer

Do
Print "persiapan"
Waitms 5000

    R2 = Getadc(0)
    R1 = Getadc(1)
    C = Getadc(2)
    L1 = Getadc(3)
    L2 = Getadc(4)
    Print "R2=" ; R2 ; " R1=" ; R1 ; " C=" ; C ; " L1=" ;
L1; " L2=" ; L2 Waitms 1000
Loop
End

```

F. Langkah Kegiatan

1. Rangkai alat dan bahan seperti pada poin D (Rangkaian Alat).
2. Salin kode program pada poin E (Kode Program) pada aplikasi BASCOM.
3. Kemudian Kompilasi sehingga menghasilkan file .HEX.
4. Hubungkan kit Programmer ke port ISP pada kit mikrokontroler dan jalankan aplikasi AVR Programmer.
5. Atur chip aplikasi AVR Programmer sesuai dengan jenis mikrokontroler pada kit mikrokontroler. Serta atur crystal sesuai dengan crystal pada kit mikrokontroler.
6. Carilah file .HEX yang dibuat dan kemudian upload ke dalam mikrokontroler dengan menekan tombol "WRITE" pada aplikasi AVR Programmer.
7. Catat nilai sensor phototransistor kanan, tengah, dan kiri saat mengenai bidang putih. Jika nilai berubah-ubah catat perubahan nilai.
8. Catat nilai sensor phototransistor kanan, tengah, dan kiri saat mengenai bidang hitam. Jika nilai berubah-ubah catat perubahan nilai.
9. Catat nilai sensor phototransistor kanan, tengah, dan kiri saat mengenai bidang putih dengan pencahayaan ruangan yang lebih gelap. Jika nilai berubah-ubah catat perubahan nilai.
10. Catat nilai sensor phototransistor kanan, tengah, dan kiri saat mengenai bidang hitam dengan pencahayaan ruangan yang lebih gelap. Jika nilai berubah-ubah catat perubahan nilai

G. Pengujian Pemahaman

1. Bagaimana perbedaan nilai digital dari phototransistor pada area putih dan hitam?
 2. Apakah nilai warna dari phototransistor stabil?
 3. Bagaimana pengaruh cahaya ruangan terhadap nilai warna dari phototransistor?
 4. Buatlah program untuk menentukan nilai ambang putih dan hitam yang dapat digunakan pada berbagai kondisi pencahayaan?
-

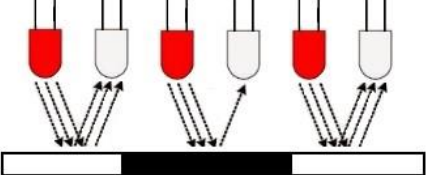
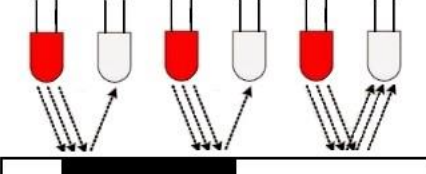
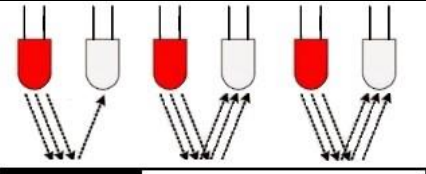
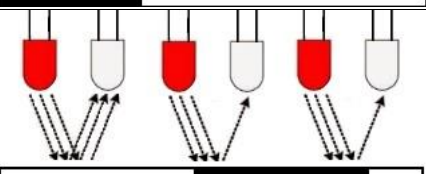
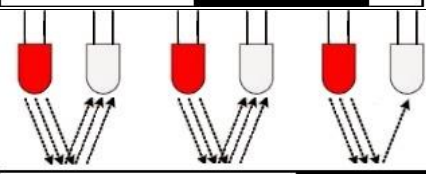
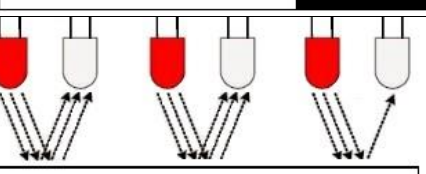
Praktikum 3.2 - Pengendalian Gerak Robot *Line follower*

A. Tujuan

1. Mahasiswa dapat membuat program robot *line follower*.
2. Mengatur gerak robot *line follower* sehingga menghasilkan pergerakan yang halus pada berbagai jalur meliputi jalur lurus dan tikungan.

B. Dasar Teori

Cara kerja *line follower* adalah Led memberikan cahaya pada lintasan, yang kemudian akan dipantulkan ke phototransistor. Hasil pantulan inilah yang nantinya akan diolah sebagai pengendali motor. Sinyal tersebut menentukan apakah motor harus bergerak maju, mundur, ataupun berhenti. Berikut adalah salah satu contoh kondisi sensor yang menentukan gerak motor dengan 3 buah phototransistor.

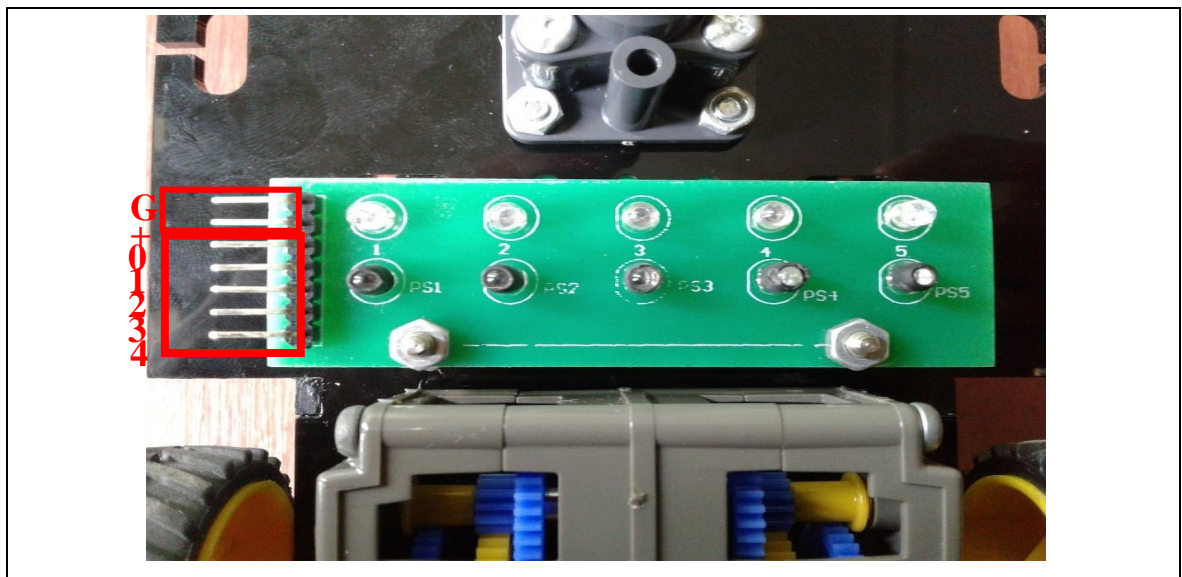
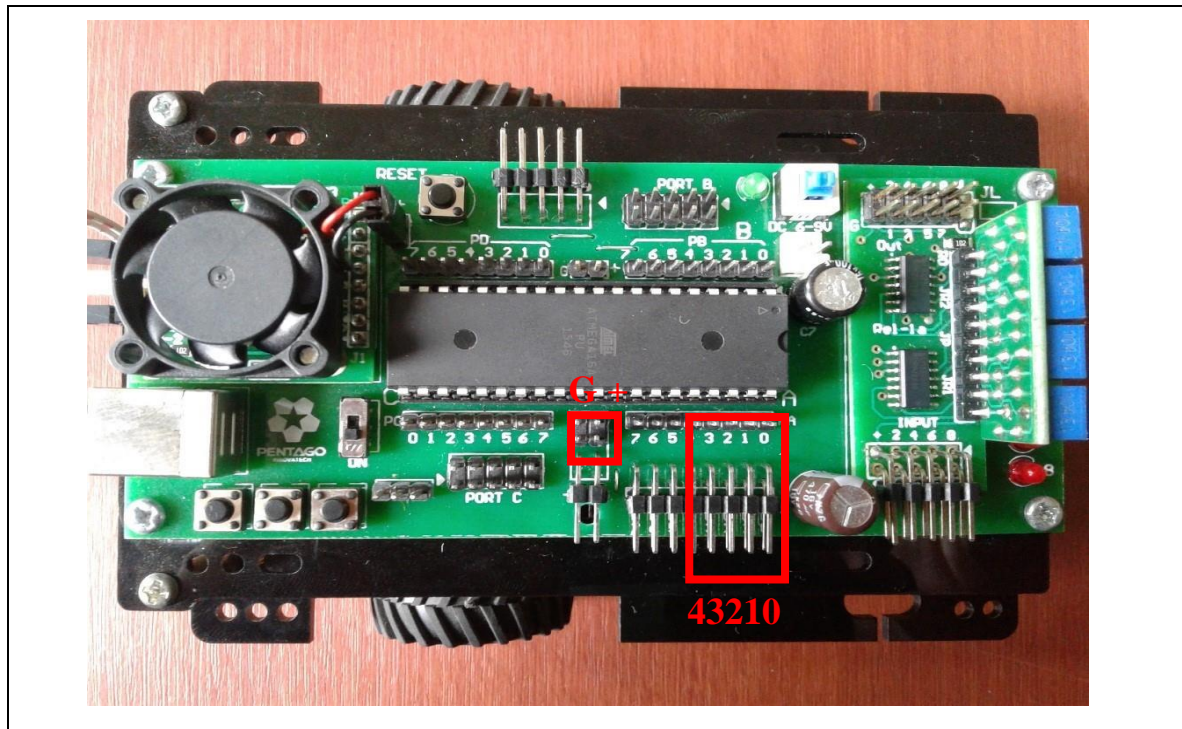
Kondisi sensor	Gerak Robot
	Robot Maju
	Robot belok kiri sekitar 10°
	Robot belok kiri sekitar 20°
	Robot belok kanan sekitar 10°
	Robot belok kanan sekitar 20°
	Robot berhenti

C. Alat dan Bahan

1. Satu Robot beroda dengan 5 phototransistor

2. Satu Kit Programmer
3. 13 Buah Kabel Jumper
4. Satu Kabel ISP
5. Satu Kabel Data
6. Aplikasi Bascom
7. Aplikasi AVR Programmer
8. Driver USB Prolific
9. Satu kabel RS232 to usb
10. Satu power supply

D. Rangkaian Alat



D. Kode Program

```
$regfile = "m16def.dat"
$crystal = 8000000
$baud = 9600
Config Adc = Single , Prescaler = Auto , Reference = Avcc
Start Adc
Config Timer1 = Pwm , Pwm = 10 , Prescale = 1 , Compare A Pwm = Clear Down ,
Compare B
Pwm = Clear Down
Dim L2w As Integer , L1w As Integer , Cw As Integer , R1w As Integer , R2w As Integer
Dim L2b As Integer , L1b As Integer , Cb As Integer , R1b As Integer , R2b As Integer
Dim Ki2 As Integer , Ki1 As Integer , Tengah As Integer , Ka1 As Integer , Ka2 As Integer
Dim L2 As Integer , L1As Integer , C As Integer , R1 As Integer , R2 As Integer

Cls
Print "persiapan putih"
Waitms 2000
Print "nilai putih"
  R2 = Getadc(0)
  R1 = Getadc(1)
  C = Getadc(2)
  L1 = Getadc(3)
  L2 = Getadc(4)
Waitms 2000
Print "persiapan hitam"
Waitms 2000

Print "nilai hitam"
  R2 = Getadc(0)
  R1 = Getadc(1)
  C = Getadc(2)
  L1 = Getadc(3)
  L2 = Getadc(4)
Waitms 2000

Ki1 = L1w + L1b
Ki1 = Ki1 / 2
Ki2 = L2w + L2b
Ki2 = Ki2 / 2

Tengah = Cw + Cb
Tengah = Tengah / 2

Ka1 = R1w + R1b
Ka1 = Ka1 / 2
Ka2 = R2w + R2b
Ka2 = Ka2 / 2
Waitms 2000
Print "mulai"
```

```

Do
  R2 = Getadc(0)
  R1 = Getadc(1)
  C = Getadc(2)
  L1 = Getadc(3)
  L2 = Getadc(4)

  Portd.2 = 1
  Portd.3 = 0
  Portd.6 = 1
  Portd.7 = 0
  If L1 < Ki1 And C > Tengah And R1 < Ka1 Then
    'Print "Lurus"
    Pwm1a = 300
    Pwm1b = 300

  Elseif L1 < Ki1 And C > Tengah And R1 > Ka1 Then
    'Print "belok kanan sedang"
    Pwm1a = 300
    Pwm1b = 200

  Elseif L1 < Ki1 And C < Tengah And R1 > Ka1 Then
    'Print "Belok kanan "
    Pwm1a = 300
    Pwm1b = 100

  Elseif C < Tengah And R1 < Ki1 And R2 > Ka2 Then
    'Print "Belok kanan tajam"
    Pwm1a = 300
    Pwm1b = 50

  Elseif L1 > Ki1 And C > Tengah And R1 < Ka1 Then
    'Print "belok kiri sedang"
    Pwm1a = 200
    Pwm1b = 300
  Elseif L1 > Ki1 And C < Tengah And R1 < Ka1 Then
    'Print "Belok kiri"
    Pwm1a = 100
    Pwm1b = 300

  Elseif L2 > Ki2 And L1 < Ki1 And C < Tengah Then
    'Print "Belok kiri tajam"
    Pwm1a = 50
    Pwm1b = 300

  Elseif L1 < Ki1 And C < Tengah And R1 < Ka1 Then 'Print "berhenti":
    Pwm1a = 0
    Pwm1b = 0
  End If
Loop End

```

F. Langkah Kegiatan

1. Rangkai alat dan bahan seperti pada poin d (rangkaian alat).
2. Salin kode program pada poin e (kode program) pada aplikasi Bascom.
3. Kemudian Kompilasi sehingga menghasilkan file .HEX.
4. Hubungkan kit Programmer ke port ISP pada kit mikrokontroler dan jalankan aplikasi AVR Programmer.
5. Atur chip aplikasi AVR Programmer sesuai dengan jenis mikrokontroler pada kit mikrokontroler. Serta atur crystal sesuai dengan crystal pada kit mikrokontroler.
6. Carilah file .HEX yang dibuat dan kemudian upload ke dalam mikrokontroler dengan menekan tombol "WRITE" pada aplikasi AVR Programmer.
7. Lihat petunjuk pada terminal, saat keluaran "persiapan putih" simpan seluruh phototransistor sehingga mengenai area putih dan saat keluaran "persiapan hitam" simpan seluruh phototransistor sehingga mengenai area hitam
8. Coba robot pada jalur lurus.
9. Jika robot belum dapat mencapai garis FINISH, ubahlah kode program sesuaikan dengan kondisi robot.

G. Pengujian Pemahaman

1. Coba robot pada jalur lurus dan tikungan. Jika robot belum dapat mencapai garis FINISH, ubahlah kode program sesuaikan dengan kondisi robot.
2. Atur banyaknya phototransistor, bentuk penempatan phototransistor, serta code program sehingga menghasilkan robot linefollower yang memiliki kecepatan tinggi dan pergerakan halus pada saat mengikuti garis/track.
3. Buatlah robot *line follower* yang handal dan tanpa menggunakan terminal sebagai acuan kondisi robot (gunakan indikator lain).