

Rancang Bangun Robot Pemindah Barang Berdasarkan Warna Berbasis Mikrokontroler Parallax BS2P40

Aji Brahma Nugroho¹⁾, Fahmi Hafid Lantikawan²⁾

*Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember
Jl. Karimata No 49 Jember
Email : ¹⁾Ajinugoz@gmail.com*

ABSTRAK

Dalam dunia industri proses pemindahan barang masih menggunakan tenaga manusia yang mana membutuhkan waktu yang lama, maka pada penelitian ini dirancang sebuah alternatif solusi untuk membuat robot berbasis mikrokontroler untuk mengatasi masalah diatas. Robot yang telah dibuat menggunakan sensor pasangan LED dan photodiode untuk mengenal barang (merah, hijau, biru), perangkat sensor LED dan LDR untuk mengenal lintasan yang dilewati, motor servo untuk memutar roda dan motor servo yang lain untuk menggerakkan gripper (penjepit). Robot ini akan berjalan mengikuti garis hitam menuju tempat pengambilan barang, robot akan mengambil dan mendeteksi warna barang lalu memindahkan pada tempat yang sudah ditentukan. Hasil pengujian robot menunjukkan bahwa dari sepuluh kali percobaan memindahkan barang ke tempat lain melalui garis, prosentase keberhasilan mencapai 100 %.

Kata kunci : LED, Photodiode, LDR, Mikrokontroler Basic Stamp

1. PENDAHULUAN

Robot dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia dalam banyak hal, khususnya pada pekerjaan dengan tingkat ketelitian yang tinggi serta beresiko besar menyebabkan terjadinya kecelakaan pada tubuh manusia (Pitowarno, Endra 2013). Salah satu fenomena yang ditemui dalam industri barang kemasan, dimana dalam proses memilih dan memindahkan barang masih menggunakan tenaga manusia yang memerlukan waktu yang lama dan kurang efisien. Penelitian ini mencoba memberikan sebuah solusi dengan merancang robot pemindah barang berdasarkan warna dengan berbasis mikrokontroler parallax BS2P40. Dengan mengaplikasikan sistem berbasis robotika, maka dapat menghemat waktudan tenaga serta mempercepat suatu proses kegiatan terutama dalam bidang industri. Menurut Budiharto, widodo (2011) Mekanisme kerja robot yaitu setelah tombol perintah

dinyalakan, kemudian robot akan mulai berjalan mengikuti garis yang sudah ditentukan dengan menggunakan sensor photodiode dan LED super bright. Tentu dengan menggunakan rangkaian pemroses Mikrokontroler Parallax BS2P40. Robot akan berjalan menuju tempat pengambilan barang melalui sensor warna yang sudah terpasang pada bagian depan robot, robot akan memilih jenis barang yang kemudian dipindahkan ke tempat berbeda berdasarkan jenis warna barang yang telah ditentukan.

Tujuan yang akan dicapai dalam penelitian ini yaitu membuat robot yang mampu membedakan jenis barang berdasarkan warna serta dapat memindahkan barang secara otomatis berbasis mikrokontroler parallax BS2P40 sesuai dengan instruksi yang terprogram. Batasan masalah yang diangkat dibatasi pada pembuatan rangkaian sensor LED superbright dan LDR yang digunakan sebagai pembaca jalur, sedangkan sensor

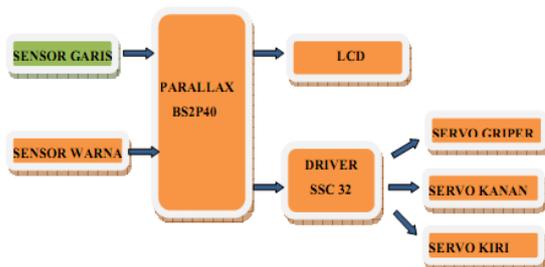
warna menggunakan rangkaian LED dan photodiode sebagai pendeteksi warna

2. TINJAUAN PUSTAKA

Perancangan sistem yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut.

1) Konfigurasi Sistem

Secara umum konfigurasi sistem dari robot pengangkat barang ini terdiri dari input, kontroler dan output (Handayani Saptaji, 2015). Dari sisi masukan (*input*) terdiri dari sensor warna sebagai pendeteksi warna barang, sensor garis sebagai pendeteksi jalur (*track*), kemudian kontroler yang digunakan adalah mikrokontroler Parallax BS2P40, dan pada sisi keluaran (*output*) digunakan driver motor servo yaitu SSC 32 serta tampilan LCD 2x16 sebagai monitor gerakan robot. Blok diagram konfigurasi sistem robot ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem Robot Pemindah Barang

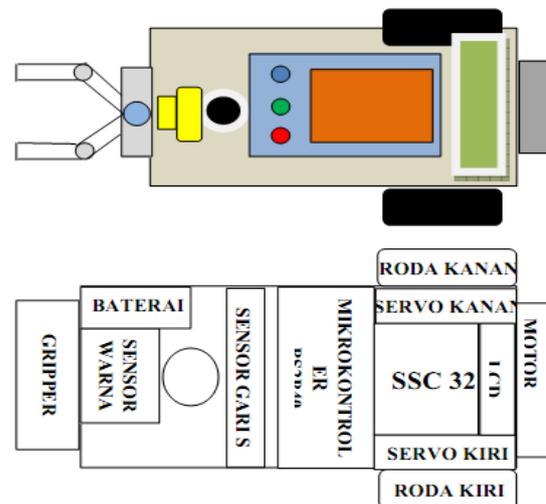
Mekanisme pergerakan robot yaitu robot akan mendeteksi warna barang atau kotak, kemudian memindahkan serta meletakkannya pada tempat sesuai dengan warnanya (kotak merah akan ditempatkan di area kotak merah, kotak biru akan ditempatkan di area kotak biru, kotak hijau akan ditempatkan di area kotak hijau) setelah itu robot kembali ke posisi awal. Diagram mekanisme pergerakan robot ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme Pergerakan Robot

2) Desain Mekanik Robot

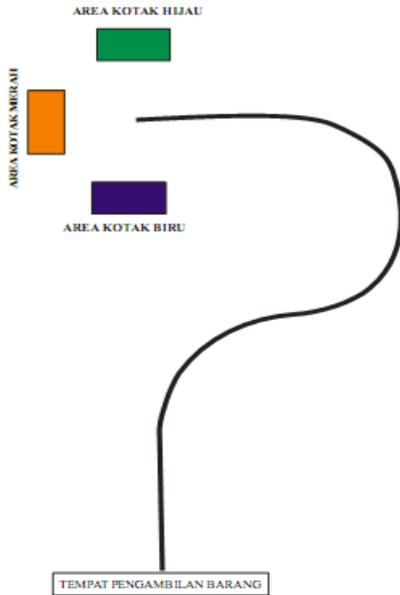
Desain kerangka atau body robot terbuat dari bahan alumunium, sedangkan untuk penggerak robot menggunakan 2 buah motor servo dibagian belakang dengan 2 buah roda dari plastik berlapis karet, bagian depan menggunakan 1 buah roda roller bebas dan griper robot menggunakan penggerak dengan sebuah motor servo (Dwi Septian, 2011). Desain lengkap dari sistem mekanik robot ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Desain Mekanik Robot

Area pergerakan robot dibuat dari bahan plastik yang disablon warna (Kiyokatsu Suga, Sularso, 1991). Jalur pergerakan robot dibuat dengan warna hitam, memiliki lebar 2 cm dengan latar

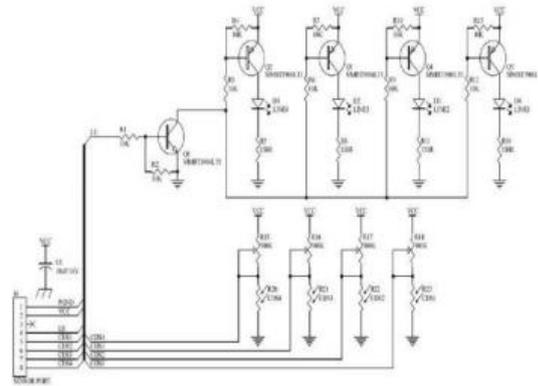
belakang putih, area peletakan barang dibuat berwarna sesuai dengan warna barang yaitu warna merah, hijau dan biru seperti ditampilkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Desain Mekanik Robot

3) Rangkaian Sensor Garis

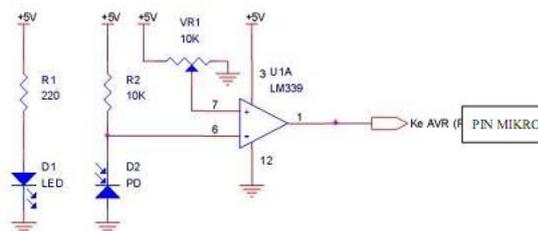
Sensor garis adalah sensor yang dapat mendeteksi jalur berwarna terang dengan latar belakang gelap atau jalur berwarna gelap dengan latar belakang terang. Pada rangkaian sensor garis ini digunakan 4 buah sensor. Masing-masing terdiri dari 4 buah LED dan 4 buah LDR, dimana LED sebagai pengirim (*transmitter*) dan LDR sebagai penerima (*receciver*). Sensor ini memerlukan sumber catu daya tegangan sebesar 5 VDC. Tegangan output masing-masing sensor antara 0 sampai 4,9 VDC. Jarak optimal sensor ke objek/jalur sekitar 4 sampai 10 mm. Sensor garis ini akan mendeteksi jalur berwarna hitam dengan latar belakang putih. Rangkaian sensor garis ditampilkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Rangkaian Sensor Garis

4) Rangkaian Sensor Warna

Rangkaian sensor warna terdiri dari 2 bagian, yaitu rangkaian pemancar terdiri dari resistor sebagai pembatas arus, serta LED sebagai piranti yang memancarkan cahaya. Sedangkan rangkaian penerima terdiri dari resistor sebagai pull-up tegangan dan photodiode sebagai piranti yang akan menerimapantulan cahaya LED objek. Rangkaian komparator akan membandingkan tegangan input dari sensor dengan tegangan referensi untuk menghasilkan logika 0 dan 1 untuk membedakan warna merah, hijau dan biru. Bentuk rangkaian sensor warna ditampilkan pada Gambar 6.

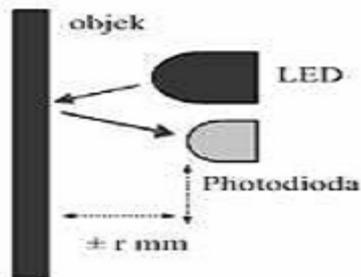


Gambar 6. Rangkaian Sensor Warna

LED akan memancarkan cahaya ke objek dan photodiode akan menerima cahaya yang dipantulkan oleh objek tersebut. Intensitas cahaya yang diterima oleh photodiode akan mempengaruhi nilai resistansinya. Objek berupa Warna

merah, hijau dan biru akan memantulkan cahaya dengan intensitas yang berbeda. Semakin besar intensitas cahaya yang diterima oleh photodiode, maka nilai resistansinya akan semakin kecil dan nilai tegangan outputnya akan semakin kecil pula. Perbedaan nilai tegangan output dari photodiode saat menerima cahaya pantulan dari warna merah atau warna hijau akan dideteksi oleh rangkaian komparator. Tegangan referensi dapat diatur dengan memutar variabel resistor. Untuk dapat membedakan warna merah, hijau dan biru, nilai tegangan referensi diatur sehingga memiliki nilai diantara nilai tegangan output dari photodiode saat menerima pantulan cahaya dari objek.

Menurut P. M. Dwisnanto, (2010) untuk mendapatkan hasil yang baik maka pemasangan sensor warna harus tertutup dan dipasang tegak lurus terhadap objek seperti pada Gambar 7.



Gambar 7. Posisi Pemasangan Sensor Warna

Untuk mendeteksi warna merah, hijau dan biru maka digunakan sensor photodiode yang disinari dengan LED superbright. Pada saat sensor photodiode menerima pantulan cahaya berwarna maka output sensor akan bernilai 1 (*high*) seperti ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Output Sensor Warna

WARNA KOTAK	SENSOR MERAH	SENSOR HIJAU	SENSOR BIRU
MERAH	1	0	0
HIJAU	0	1	0
BIRU	0	0	1

5) Modul Mikrokontroler Parallax BS2P40
Parallax Basic stamp BS2P40 adalah mikrokontroler yang dikembangkan oleh *Parallax Inc* yang diprogram menggunakan *format* bahasa pemrograman *basic*. Bentuk mikrokontroler Parallax BS2P40 ditampilkan pada Gambar 8.



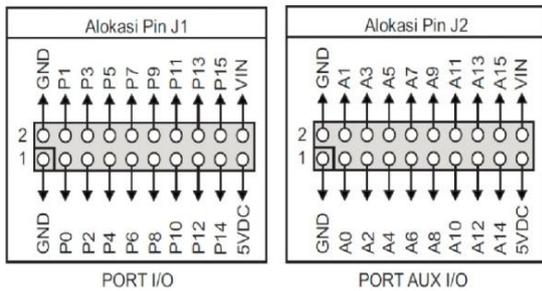
Gambar 8. Modul basic stamp (BS2P40)

6) Perancangan Interfacing I/O

Pada mikrokontroler basic stamp BS2P40 terdapat 32 pin I/O tetapi konfigurasi pin yang digunakan untuk robot ini adalah sebagai berikut:

- Kaki IC 1,2 dan 3 (TX,RX dan ATN) untuk downloader SPI dari PC ke mikrokontroler *basic stamp*
- MAINIO (pin 0 dan 1) ke servo control
- MAINIO (pin 2 -5) untuk inputan sensor garis
- MAINIO (pin 12 - 15) untuk inputan sensor warna
- AUXIO (pin 0 - 7) untuk outputan display LCD

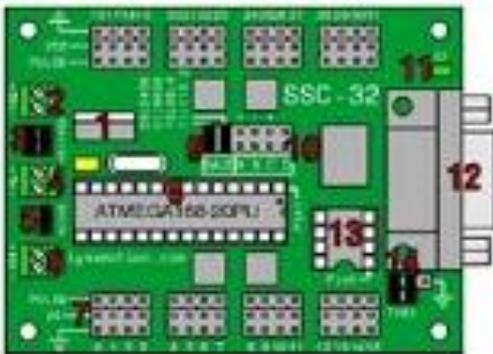
Konfigurasi interface pada mikrokontroler parallax BS2P40 ditampilkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Alokasi Pin Basic Stamp

7) Driver Motor Servo

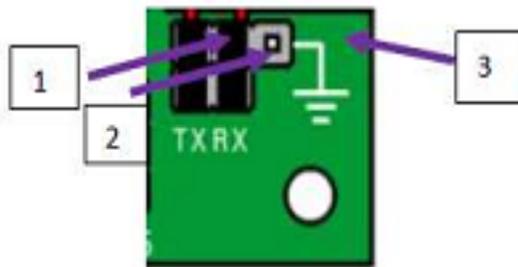
Driver Motor Servo SSC-32 adalah perangkat keras berbasis IC yang berfungsi untuk mengatur secara serempak servo-servo pada robot dengan jumlah servo maksimal 32 buah (M. Fugamaya. 2011). SSC-32 terdiri dari beberapa komponen penyusun yang memiliki fungsi-fungsi tersendiri. Bentuk dan letak komponen-komponen SSC-32 ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Bentuk dan letak komponen SSC-32

Pengontrol servo SSC-32 berkomunikasi dengan Basic Stamp BS2P40 dengan menerima *input* data serial dari ATMEGA 128 melalui port serial (Tx,Rx). Data serial kemudian diterjemahkan oleh ATMEGA 168 yang berfungsi sebagai otak dari rangkaian

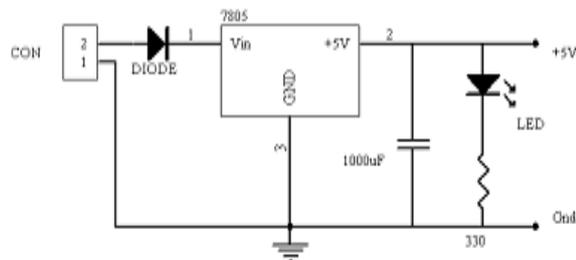
SSC-32 menjadi perintah untuk menggerakkan servo sesuai dengan parameter yang diinginkan. Pada Gambar 2.11, pin no. 1 dihubungkan dengan pin Rx dari ATMEGA 168, pinno. 2 dihubungkan dengan pin Tx dari Basic Stamp BS2P40, pin *ground* dihubungkan dengan pin *Ground* dari Basic Stamp BS2P40.



Gambar 11. Pin SSC-32 untuk Komunikasi Dengan Basic Stamp BS2P40

8) Rangkaian Power Supply

Rangkaian power supply terdiri dari rangkaian diode sebagai penyearah yang digunakan untuk memberi supply tegangan pada mikrokontroler sebesar +5 Volt. Pada rangkaian digunakan IC regulator LM7805 sebagai penyetabil tegangan serta kapasitor sebagai penghalus hasil output tegangan regulator. Untuk menghindari kerusakan supply yang disebabkan karena terjadi hubungan singkat, maka diberi kapasitor polar dengan nilai besar (Anonim, 2003). Rangkaian power supply secara keseluruhan ditunjukkan oleh Gambar 12.



Gambar 12. Rangkaian Power Supply Robot

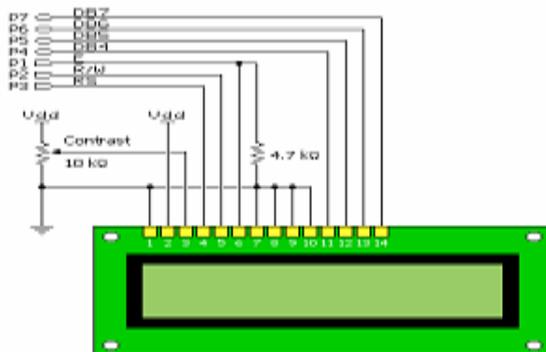
Selain rangkaian power supply, sebagai sumber tenaga untuk robot ini, digunakan pula satu buah baterai (*Lithium-Polymer Battery*) Li-Po 11.1 V 3000 mAh yang ditampilkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Baterai Li-Po MG 3000 mAh 11.1 Volt

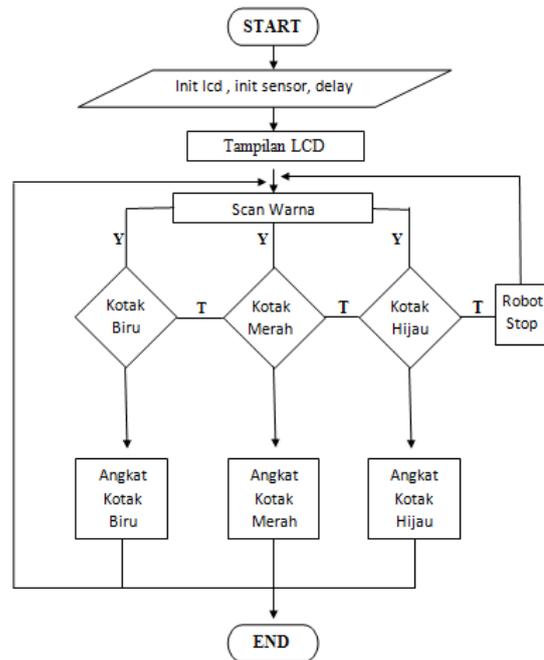
9) Rangkaian LCD

LCD berfungsi menampilkan suatu nilai hasil sensor, menampilkan teks, atau menampilkan menu pada aplikasi mikrokontroler. LCD memerlukan jalur pin ke mikrokontroler sebanyak tujuh pin. Untuk memperjelas tampilan, ditambahkan variabel resistor untuk mengatur kontras. bentuk rangkaian LCD ditampilkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Rangkaian LCD

10) Perancangan Perangkat Lunak
Algoritma pergerakan robot diprogram dengan menggunakan perangkat lunak Basic Stamp Editor V.2.4. Flowchart sistem kerja dari program robot ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Flowchart Sistem Kerja Robot

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Jember pada kurun waktu bulan juli- Agustus 2017. Metode yang digunakan dalam perancangan robot pemindah barang ini antara lain perancangan *hardware* yang terdiri atas perancangan dan konfigurasi sensor serta mikrokontroler, desain mekanik robot dan driver motor servo, rangkaian display LCD dan power supply. Proses berikutnya adalah perancangan perangkat lunak (*software*) pada robot menggunakan aplikasi Basic Stamp Editor versi 2.4. Proses akhir yaitu pengujian sistem yang terdiri atas pengujian mikrokontroler parallax BS2P40, pengujian perangkat input (sensor warna dan sensor garis)serta pengujian perangkat output (display LCD dan servo control).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan sebagai berikut ini.

1) Pengujian mikrokontroler Parallax Basic

- Stamp BS2P40.
- 2) Pengujian perangkat masukan Sensor Warna dan Sensor Garis.
 - 3) Pengujian perangkat keluaran display LCD dan Servo Kontrol.
 - 4) Pengujian keseluruhan Sistem Robot.

Adapun untuk mengetahui tingkat keberhasilan sistem digunakan Persamaan 1.

$$\% \text{ keberhasilan sistem} = \frac{\text{Respon sistem sesuai input}}{\text{jumlah input yang diberikan}} \times 100 \% \quad (1)$$

a. Pengujian Rangkaian Mikrokontroler Basic Stamp BS2P40

Untuk menguji kondisi rangkaian mikrokontroler Basic Stamp apakah mikro tersebut dalam kondisi normal atau tidak kita dapat mengisikan program testing, yakni Program mini.bsp (telah diprogram di memori) dapat digunakan sebagai testing awal. Program ini akan berkomunikasi secara serial dengan komputer dan mengeluarkan logika 0 secara bergantian pada semua pin port I/O.

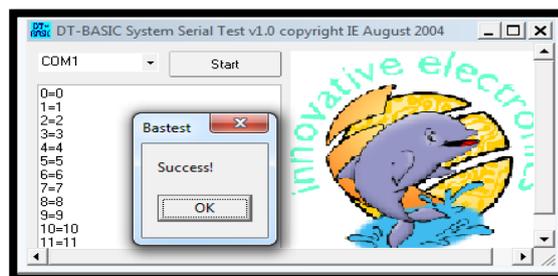
Langkah-langkah testing terdiri dari :

- 1) Hubungkan kabel serial ke COM port komputer dan DB9 DT- Basic mini sistem.
- 2) Hubungkan sumber tegangan 9 VDC ke VIN.
- 3) Jalankan program BASTEST.EXE. tentukan COM port yang digunakan dan tekan START.

Menurut O. Katsuhiko, (1998) Jika komunikasi serial berjalan dengan lancar, pada program akan tampak daftar data yang terkirim dan diterima (0=0, 1=1, 2=2, dst) serta tampil jendela berisi " Succes! ". Jika komunikasi serial tidak berjalan lancar, pada program akan tampak tulisan FAIL serta tampil jendela berisi " Fail! ". Setelah komunikasi serial, pin I/O akan mengeluarkan logika 0 secara bergantian (pin yang lain berlogika

- 1). Kondisi pin I/O dapat dilihat melalui osiloskop, voltmeter atau dihubungkan ke rangkaian LED sehingga tampak nyala padamnya LED.

Tampilan aplikasi BASTEST ditampilkan pada Gambar 16 berikut



Gambar 16. Tampilan Program BASTEST

Berikut program testing mikrokontroler Basic Stamp :

```
'{$STAMP BS2p}
'{$PBASIC 2.5}
sd VAR Byte
pn VAR Byte
counte VAR Word
sd=0
pn=0
counte=0
ulang:
SERIN 16, 2063, [sd]
SEROUT 16, 2063, [sd]
counte=counte+1
IF counte<>256 THEN GOTO ulang
DO
pn=pn+1
IF (pn=32) THEN pn=0
MAINIO
OUTPUT pn
LOW pn
PAUSE 250
HIGH pn
AUXIO
OUTPUT pn
LOW pn
PAUSE 250
HIGH pn
LOOP
```

b. Pengujian Perangkat Masukan Pengujian Rangkaian Sensor Warna

Pengujian pada sensor warna dilakukan untuk mengetahui apakah rangkaian bekerja dengan baik yang

kemudian dijadikan input pada mikrokontroler sebagai pendeteksi warna barang yang akan dipindahkan oleh robot sesuai dengan tempatnya masing-masing (Gholipour, et al. 2002).

Program scan warna :

```
{ $STAMP BS2p}
{ $PBASIC 2.5}
start:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#3 P500 S500
",CR]
INPUT 13 'merah
INPUT 14 'hijau
INPUT 15 'biru
IF (IN13=1) THEN 'scan kotak
merah
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#3 P1200
S500",CR]
GOSUB merah
ENDIF
MAINIO
IF (IN14=1) THEN 'scan kotak
hijau
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#3 P1200
S500",CR]
GOSUB hijau
ENDIF
IF (IN15=1) THEN 'scan kotak
biru
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#3 P1200
S500",CR]
GOSUB biru
ELSE
GOSUB mandeg
ENDIF
```

Hasil Pengujian rangkaian sensor warna ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Sensor Warna

WARNA KOTAK	KELUARAN SENSOR MERAH	KELUARAN SENSOR HIJAU	KELUARAN SENSOR BIRU
MERAH	Logika 1	Logika 0	Logika 0
HIJAU	Logika 0	Logika 1	Logika 0
BIRU	Logika 0	Logika 0	Logika 1

Pengambilan data pengujian dilakukan sepuluh kali guna mengetahui

tingkat keberhasilan sistem melakukan sepuluh kali pengujian dengan tingkat keberhasilan 100%.

Pengujian Rangkaian Sensor Garis

Pada pengujian rangkaian sensor garis ini untuk mengetahui kepekaan dalam mendeteksi garis hitam yang digunakan sebagai jalannya robot.

Program scan garis :

```
{ $STAMP BS2p}
{ $PBASIC 2.5}
jalan:
'line hitam aktif 1
'line putih aktif 0
MAINIO
INPUT 2 'kn1
INPUT 3 'knd
INPUT 4 'krd
INPUT 5 'krl
IF
(IN2=0) AND (IN3=0) AND (IN4=0) AND (I
N5=0) THEN
GOSUB mandeg
RETURN
ELSE
IF (IN3=1) AND (IN4=1) THEN
GOSUB maju
ENDIF
IF (IN3=0) AND (IN4=1) THEN
GOSUB kn
PAUSE 10
GOSUB mandeg
PAUSE 5
ENDIF
IF (IN3=1) AND (IN4=0) THEN
GOSUB kr
PAUSE 10
GOSUB mandeg
PAUSE 5
ENDIF
ENDIF
GOTO jalan
```

```
arm:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#3 P1200
S500",CR]
SEROUT SO,Baud,1,["#3 P500 S500
",CR]
RETURN
```

```
'#1 ser kr
'#2 ser kn
```

```
mandeg:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P0 #2 P0
",CR]'stop
RETURN

kr:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P2500 #2
P0 ",CR]'kr
RETURN

kn:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P0 #2 P500
",CR]'kn
RETURN

bkr:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P500 #2
P500 ",CR]'bkr
RETURN

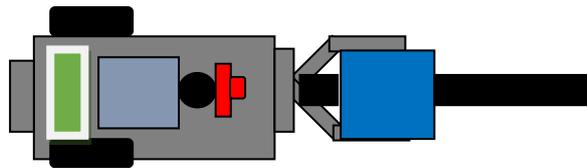
bkn:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P2500 #2
P2500 ",CR]'bkn
RETURN

maju:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P2500 #2
P500 ",CR]'mj
RETURN

mdr:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P500 #2
P2500 ",CR]'mdr
RETURN
```

Hasil pengujian rangkaian sensor garis ditampilkan pada Gambar 17 sampai dengan Gambar 20 sebagai berikut ini. Ketika sensor mendeteksi adanya garis lurus maka servo roda kiri dan servo roda kanan berputar seperti ditampilkan pada Gambar 17.

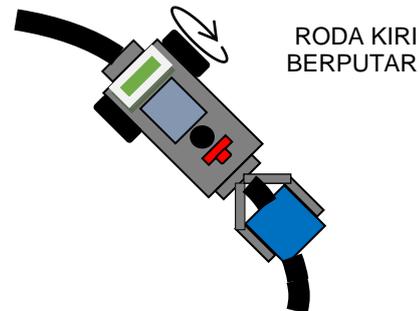
RODA BERPUTAR



RODA BERPUTAR

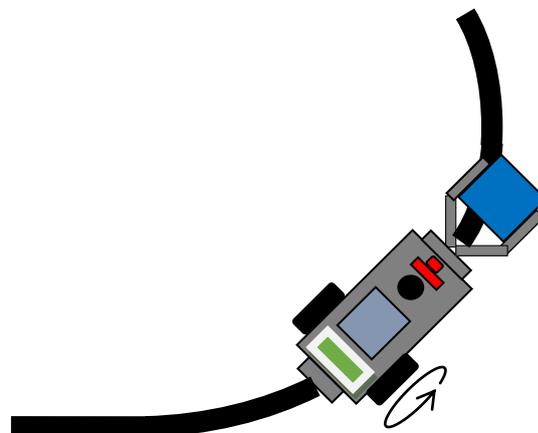
Gambar 17. Robot Berjalan Mengikuti Garis Lurus.

Ketika sensor mendeteksi adanya garis berbelok kanan maka roda kiri berputar dan roda kanan berhenti.



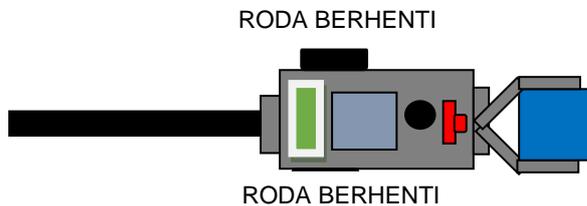
Gambar 18. Robot Berjalan Mengikuti Garis Berbelok Kanan.

Ketika sensor mendeteksi adanya garis berbelok kiri maka roda kiri berhenti dan roda kanan berputar.



Gambar 19. Robot Berjalan Mengikuti Garis Berbelok Kiri.

Ketika sensor tidak mendeteksi adanya garis hitam maka roda kiri dan roda kanan berhenti.



Gambar 20. Robot Berhenti.

Pengambilan data pengujian dilakukan sepuluh kali guna mengetahui tingkat keberhasilan sistem melakukan sepuluh kali pengujian dengan tingkat keberhasilan 100%.

c. Pengujian Perangkat Keluaran Pengujian Rangkaian Display LCD

Rangkaian LCD pada robot ini digunakan untuk memonitoring pergerakan robot serta menampilkan suatu hasil pendeteksian sensor. LCD memerlukan jalur pin ke mikrokontroler sebanyak tujuh pin. Untuk memperjelas tampilan, ditambahkan variabel resistor untuk mengatur kontras.

Program display LCD :

```
' {$STAMP BS2p}
' {$PBASIC 2.5}

Init_LCD:
AUXIO
  PAUSE 1000 ' allow LCD to power-up
  LCDCMD 0, 48 ' Send wake-up sequence
  (3x)
  PAUSE 5
  LCDCMD 0, 48
  PAUSE 1
  LCDCMD 0, 48
  PAUSE 1
  LCDCMD 0, 32 'Set data bus to 4-bit
  mode
  LCDCMD 0, 40 'Set2-line mode with 5x8
  font
  LCDCMD 0, 8 ' Turn display off
  LCDCMD 0, 12 ' Turn display on without
  cursor
  LCDCMD 0, 6 ' Auto-increment cursor
```

```
LCDCMD 0, 1 ' Clear the display

tampil:
AUXIO
  DO
    LCDOUT 0,128+0, ["**
    BISMILLAH **"]
    PAUSE 2000
    LCDCMD 0, 1
    LCDOUT 0,128+0, [ "> ROBOT
    WARNA <" ]
    PAUSE 2000
    LCDCMD 0, 1
  LOOP
END
```

Pengujian Rangkaian Driver Motor Servo

Pada pengujian driver motor servo ini akan diketahui apakah motor servo error atau tidak. Tabel 3 menunjukkan arah pergerakan dari motor servo.

Tabel 3. Tabel Pengujian Driver Motor Servo

Input				Gerakan Motor Servo
0	0	0	0	Berhenti
0	1	1	0	Maju
0	0	1	0	Belok Kanan
0	1	0	0	Belok Kiri

Program Driver Motor Servo :

```
' {$STAMP BS2p}
' {$PBASIC 2.5}

MAINIO
INPUT 2 'kn1
INPUT 3 'knd
INPUT 4 'krd
INPUT 5 'krl
IF
  (IN2=0) AND (IN3=0) AND (IN4=0) AND (IN5=0) THEN
  GOSUB mandeg
  RETURN
ELSE
  IF (IN3=1) AND (IN4=1) THEN
  GOSUB maju
  ENDIF
  IF (IN3=0) AND (IN4=1) THEN
  GOSUB kn
  PAUSE 10
  GOSUB mandeg
  PAUSE 5
```

```

ENDIF
IF (IN3=1)AND(IN4=0) THEN
GOSUB kr
PAUSE 10
GOSUB mandeg
PAUSE 5
ENDIF
ENDIF
GOTO jalan
arm:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#3 P1200
S500",CR]
SEROUT SO,Baud,1,["#3 P500 S500
",CR]
RETURN

'#1 ser kr
'#2 ser kn

mandeg:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P0 #2 P0
",CR]'stop
RETURN

kr:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P2500 #2
P0 ",CR]'kr
RETURN
kn:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P0 #2 P500
",CR]'kn
RETURN
bkr:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P500 #2
P500 ",CR]'bkr
RETURN
bkn:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P2500 #2
P2500 ",CR]'bkn
RETURN
maju:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P2500 #2
P500 ",CR]'mj
RETURN
mdr:
MAINIO
SEROUT SO,Baud,1,["#1 P500 #2
P2500 ",CR]'mdr
RETURN

```

Pengambilan data pengujian dilakukan sepuluh kali guna mengetahui tingkat keberhasilan sistem melakukan sepuluh kali pengujian dan diperoleh tingkat keberhasilan sistem sebesar 100%.

d. Pengujian Keseluruhan Sistem Robot

Pada pengujian keseluruhan ini akan diuji bagaimana robot dapat membedakan warna barang dan bergerak sesuai dengan intruksi yang terprogram. Pertama robot diletakan pada posisi awal (*start*) lalu saklar power dihidupkan maka lampu sensor warna dan sensor garis akan menyala, lampu indikator sensor menyala, lampu indikator power mikrokontroler menyala, layar LCD menampilkan tulisan “Ready”. Berarti robot benar-benar sudah dalam kondisi siap untuk bekerja seperti ditampilkan pada Gambar 21.



Gambar 21. Posisi Awal Robot



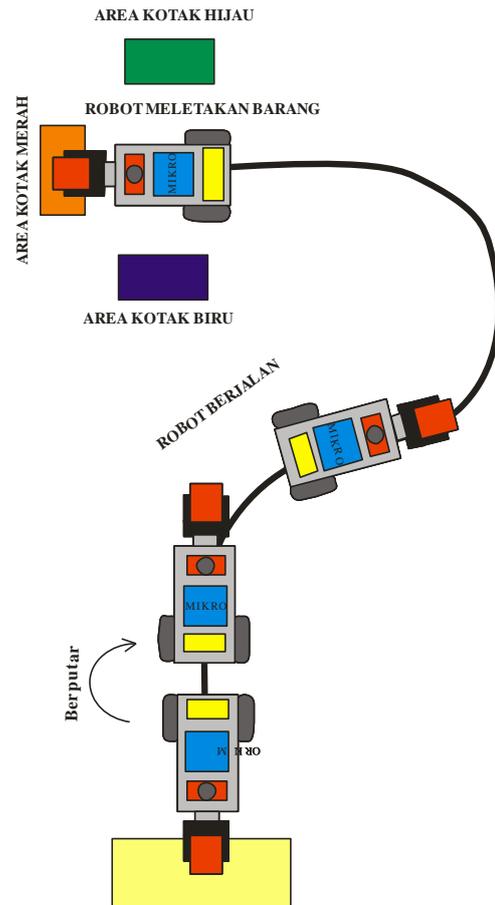
Gambar 22. Tampilan LCD “ Ready “

Kondisi robot bekerja. Pada pengujian ini digunakan kotak yang terbuat dari kertas yang berwarna yaitu merah, hijau dan biru. Ketika robot diberi kotak berwarna merah, maka robot akan menggerakkan griper untuk mengambil barang tersebut sekaligus robot mendeteksi warnanya maka lampu indikator sensor warna merah akan mati/redup lalu sensor akan memberi input ke mikrokontroler bahwa barang yang akan dipindahkan itu berwarna merah, layar LCD akan menampilkan tulisan "KOTAK MERAH". Seperti ditampilkan pada Gambar 23.



Gambar 23. Tampilan LCD "KOTAK MERAH"

Setelah itu robot akan berputar berbalik arah dan berjalan mengikuti garis hitam untuk memindahkan kotak tersebut dilokasi kotak merah. Pada Gambar 24 berikut ini menunjukkan pergerakan robot bila diberi kotak berwarna merah.



Gambar 24. Robot meletakkan kotak merah pada tempatnya

Ketika robot diberi kotak berwarna hijau, maka robot akan menggerakkan griper untuk mengambil barang tersebut sekaligus robot mendeteksi warnanya maka lampu indikator sensor warna hijau akan mati/redup lalu sensor akan memberi input ke mikrokontroler bahwa barang yang akan dipindahkan itu

berwarna hijau, layar LCD akan menampilkan tulisan “KOTAK HIJAU”. Seperti ditampilkan Gambar 25.



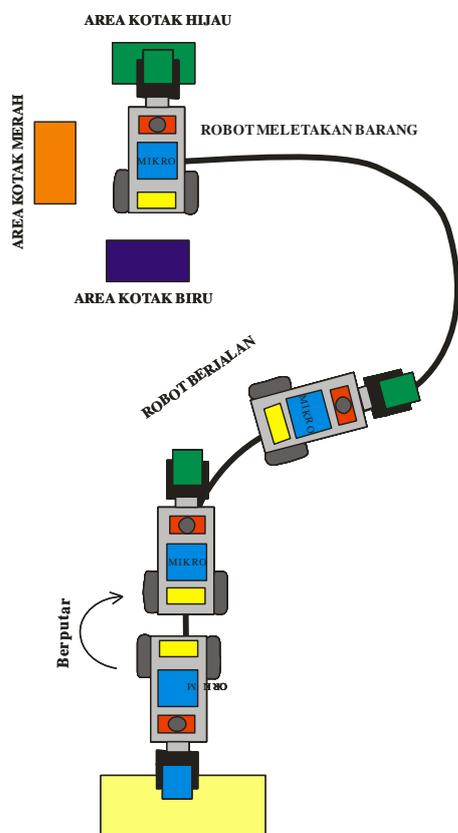
Gambar 25.Tampilan LCD “KOTAK HIJAU”

Setelah itu robot akan berputar berbalik arah dan berjalan mengikuti garis hitam untuk memindahkan kotak dilokasi kotak hijau. Gambar 26 menunjukkan pergerakan robot bila diberi kotak berwarna hijau.



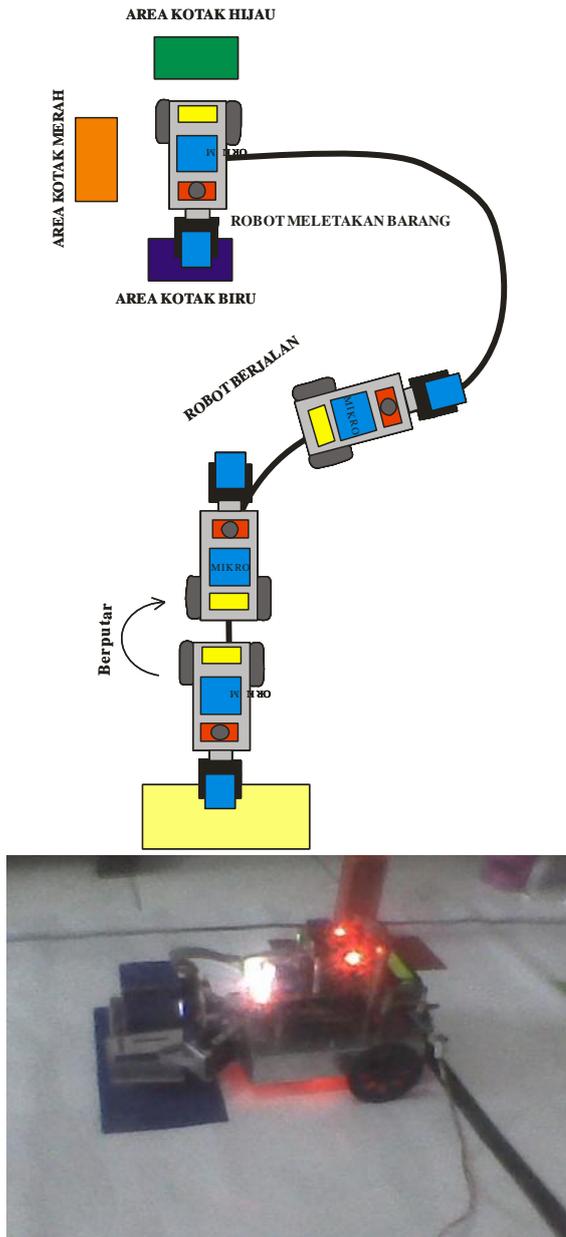
Gambar 26. Robot meletakkan kotak hijau pada tempatnya.

Ketika robot diberi kotak berwarna biru, maka robot akan menggerakkan griper untuk mengambil barang tersebut sekaligus robot mendeteksi warnanya maka lampu indikator sensor warna biru akan mati/redup lalu sensor akan memberi input ke mikrokontroler bahwa barang yang akan dipindahkan itu berwarna biru, layar LCD akan menampilkan tulisan “KOTAK BIRU”. Seperti ditampilkan pada Gambar 27.



Gambar 27. Tampilan LCD “KOTAK BIRU”

Setelah itu robot akan berputar berbalik arah dan berjalan mengikuti garis hitam untuk memindahkan kotak dilokasi kotak biru. Gambar 28 menunjukkan pergerakan robot bila diberi kotak berwarna biru.



Gambar 28. Robot meletakkan kotak biru pada tempatnya.

Setelah robot meletakkan barang sesuai dengan tempatnya, robot kembali berjalan mengikuti garis menuju tempat semula (posisi awal). Hasil pengujian robot menunjukkan bahwa dari sepuluh kali percobaan memindahkan barang ke tempat lain melalui garis, menghasilkan tingkat keberhasilan sistem sebesar 100%.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan pengujian dan analisis, maka dapat diambil kesimpulan tentang sistem kerja dari rangkaian bahwa robot pemindah barang dapat direalisasi dengan perangkat pengenalan barang menggunakan sensor pasangan LED dan photodiode, perangkat sensor lintasan garis menggunakan pasangan LED dan LDR, pengendali menggunakan mikrokontroler basic stamp BS2P40, dan penggerak roda dan penjepit menggunakan motor servo. Hasil pengujian robot menunjukkan bahwa dari sepuluh kali percobaan memindahkan barang ke tempat lain melalui garis memperoleh tingkat keberhasilan sebesar 100%.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiharto, Widodo, 2011, "Membuat Robot Cerdas", PT Elex Media Komputindo, Jakarta.
- Pitowarno, Endra, 2013, "Robotika", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Handayani Saptaji W, "Mudah Belajar Mikrokontroler dengan Arduino", Widya Media, Bandung, 2015.
- Dwi Septian, Taufiq, 2011 "Bagaimana Merancang & Membuat Robot Sendiri", Penerbit Andi, Yogyakarta.
- Kiyokatsu Suga, Sularso, 1991. Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin. PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- Gholipour, S.M. Dehghan, M. NiliAhmadabadi, 2002. DynamicTracking Control of Nonholonomic Mobile Robot with ModelReference Adaptation for Uncertain Parameters. University of Tehran.
- Anonim, 2003. Power Wheelchairs and User Safety, The National Institute for Rehabilitation Engineering.

- M. Fugamaya. 2011, "Pengendalian Lengan Robot Pemindah Objek Dengan Kemiripan Bentuk Menggunakan Analisis Kinematika", Fakultas Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- O. Katsuhiko, 1998, Teknik Kontrol Automatik (Sistem Pengaturan), Erlangga, Jakarta.
- P. M. Dwisnanto, 2010, "Rancang Bangun Robot Cerdas Semut Menggunakan Mikrokontroler AVR ATmega 16 Untuk Menentukan Lintasan Terpendek", Teknik Elektro Universitas Sam Ratulangi, Manado.