

**IMPLEMENTASI SENSOR WARNA TCS3200 DAN SENSOR ROTARY
ENCODER UNTUK MONITORING POSISI ROBOT BERODA**

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SOFYAN ANDIKA YUSUF

NIM. 125060300111009

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS TEKNIK

MALANG

2017

LEMBAR PENGESAHAN

IMPLEMENTASI SENSOR WARNA TCS3200 DAN SENSOR *ROTARY ENCODER* UNTUK *MONITORING* POSISI ROBOT BERODA

SKRIPSI

TEKNIK ELEKTRO KONSENTRASI TEKNIK ELEKTRONIKA

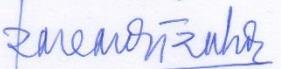
Ditujukan untuk memenuhi persyaratan
memperoleh gelar Sarjana Teknik



SOFYAN ANDIKA YUSUF
NIM. 125060300111009

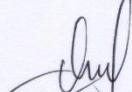
Skripsi ini telah direvisi dan disetujui oleh dosen pembimbing
Pada tanggal 26 Januari 2017

Dosen Pembimbing I



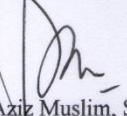
Dr Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T.
NIP. 19700329 200012 1 001

Dosen Pembimbing II



Radeh Arief Setyawan, S.T., M.T.
NIP. 19750819 199903 1 001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Elektro


Muhammad Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D.
NIP. 19741203 200012 1 001

JUDUL SKRIPSI :

IMPLEMENTASI SENSOR WARNA TCS3200 DAN SENSOR ROTARY ENCODER
UNTUK MONITORING POSISI ROBOT BERODA

Nama Mahasiswa : SOFYAN ANDIKA YUSUF

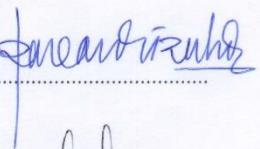
NIM : 125060300111009

Program Studi : TEKNIK ELEKTRO

Konsentrasi : TEKNIK ELEKTRONIKA

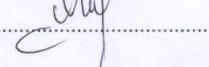
Komisi Pembimbing :

Ketua : Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T.



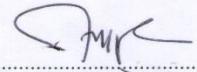
Anggota

: Raden Arief Setyawan, S.T., M.T.



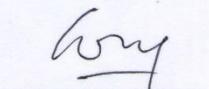
Tim Dosen Penguji :

Dosen Penguji 1 : Ir. Nurussa'adah, M.T.



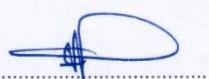
Dosen Penguji 2

: Dr. Ir. Ponco Siwindarto, M.Eng.Sc.



Dosen Penguji 3

: Eka Maulana, S.T., M.T., M.Eng.



Tanggal Ujian

: 18 Januari 2017

SK Penguji

: No. 82/UN10.F07/SK/2017



PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Saya menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya dan berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang diteliti dan diulas di dalam Naskah Skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya. Tidak terdapat karya ilmiah yang pernah diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi, dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Skripsi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Skripsi dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70).

Malang, 19 Desember 2016

Mahasiswa,

SOFYAN ANDIKA YUSUF
NIM. 125060300111009





UNIVERSITAS BRAWIJAYA



*Ucapan Terimakasih kepada :
Bapak dan ibuku yang tercinta
Kakakku Ifa yang kusayangi*

RINGKASAN

Sofyan Andika Yusuf, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya, Desember 2016, *Implementasi sensor warna TCS3200 dan sensor rotary encoder untuk monitoring posisi robot beroda*, Dosen Pembimbing : Panca Mudjirahardjo dan Raden Arief Setyawan.

Mobile robot adalah suatu robot yang memiliki mobilitas untuk bergerak dan beradaptasi di suatu tempat tanpa kontrol langsung manusia. Mobile robot membutuhkan empat komponen yaitu : sensor, aktuator, kontroller, dan software kontroller untuk dapat melakukan tugasnya. Kontes Robot Pemadam Api (KRPAI) merupakan suatu ajang perlombaan yang memiliki tujuan untuk mencari dan memadamkan lilin di arena lapangan. Pada KRPAI 2015 terdapat perbedaan konfigurasi lapangan dari tahun-tahun sebelumnya. Lapangan yang digunakan adalah gabungan dari dua buah lapangan pemadam api tipe *Trinity College* yang berbentuk simetris (cermin) dan memiliki lantai berwarna merah, biru, hitam, dan putih. Dalam perlombaan, tim robot yang paling banyak memadamkan lilin dan meraih poin tertinggi adalah pemenangnya. Robot dituntut harus bergerak cepat mencari dan memadamkan lilin untuk memenangkan perlombaan. Pergerakan robot yang cepat dapat menyebabkan robot bergerak tidak sesuai dengan program. Oleh karena itu, dirancang suatu sistem yang dapat memonitor posisi robot dengan menggunakan sensor warna dan sensor *rotary encoder*.

Pada penelitian ini sensor warna digunakan untuk mendeteksi warna lantai dan sensor *rotary encoder* digunakan untuk mengetahui posisi robot berdasarkan jarak yang ditempuh robot. Mikrokontroler ATmega 8 merupakan pengendali utama pada sistem ini digunakan untuk menggerakkan kedua roda robot dengan memberikan logika keluaran dan PWM pada driver motor. Mikrokontroler juga digunakan untuk mengolah data sensor warna dan sensor *rotary encoder* menjadi paket data blok posisi robot. Dua buah modul *bluetooth* digunakan untuk mengirimkan paket data tersebut dari mikrokontroler pada program visual di komputer.

Berdasarkan hasil pengujian sensor warna menunjukkan perbedaan nilai frekuensi keluaran pada setiap warna lantai dengan menggunakan tiga tipe fotodioda. Perbedaan nilai frekuensi keluaran tersebut digunakan untuk membedakan warna lantai. Kemudian hasil pengujian sensor *rotary encoder* untuk menentukan jarak tempuh robot menunjukkan kesalahan paling besar 1,01% dan kesalahan rata-rata 0,27%. Adapun hasil pengujian jarak jangkau transmisi data modul *bluetooth* menunjukkan jarak antara 1 sampai 15 m karakter dapat terbaca pada serial monitor program visual, sedangkan pada jarak 16 m dan 17 m karakter tidak terbaca pada serial monitor program visual. Pada hasil pengujian keseluruhan sistem menunjukkan paket data blok posisi robot yang dikirim mikrokontroler dapat diterima dan ditampilkan pada program visual di komputer. Kemudian paket data tersebut dipisahkan menjadi data blok posisi x dan blok posisi y.

Kata kunci : mobile robot, sensor warna, sensor *rotary encoder*, monitor posisi



SUMMARY

Sofyan Andika Yusuf, Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Brawijaya University, Desember 2016, *Implementation of color sensor TCS3200 and rotary encoder sensor for monitoring wheeled robot position*, Academic Supervisor : Panca Mudjirahardjo and Raden Arief Setyawan.

Mobile robot is a robot has mobility to move and adapt in a place without direct human control. Mobile robot requires four components: sensor, actuator, controller, and controller software to do its job. Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) is a contest aims to find and extinguish the candle in arena. In KRPAI 2015 there is a difference arena configuration from previous years. The arena is a combination of two fire extinguisher Trinity College arenas are symmetrical (mirror) and have red, blue, black, and white floor. In the contest, the robot must move quickly search and extinguish the candle to win the race. The rapid movement of the robot can cause the robot does not move based on the program. Therefore, it is designed a system can monitored position of the robot use colour sensor and rotary encoder sensor.

In this research color sensor is used to detect color floor and rotary encoder sensor is used to know position of the robot based on the distance of the robot. Microcontroller ATmega 8 is the main controller in this system used to rotate both of the robot wheels by giving output logic and PWM to the driver motor. Microcontroller also used to process data of color sensor and rotary encoder sensor become data packet block robot position. Two bluetooth modules used to transmit the data packet from microcontroller to visual program in computer.

Based on the test result of color sensor show different value of output frequency at each color used to three type of photodiode. This different value of output frequency used to distinguish color floor. Then the test result of rotary encoder sensor used to determine the distance show highest error 1,01% and average error 0,27%. Test result range of data transmission bluetooth module show the distance between 1 to 15 m character can be read in serial monitor program visual, but the distance 16 m and 17 m character can not be read. The overall test result show data packets are separated into data block of position x and block of position y. The test result of entire system show data packet block robot position transmitted by microcontroller can be received and displayed on a visual program on the computer. Then the data packets are separated into blocks of data block position x and y position.

Keywords : mobile robot, color sensor, rotary encoder sensor, monitored position.





UNIVERSITAS BRAWIJAYA



PENGANTAR

Alhamdulillah, puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena atas segala petunjuk dan nikmat-Nya lah skripsi ini dapat diselesaikan. Skripsi berjudul “Implementasi Sensor Warna TCS3200 dan Sensor *Rotary Encoder* untuk *Monitoring* Posisi Robot Beroda” disusun untuk memenuhi persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan ketulusan dan kerendahan hati penulis menyampaikan terima kasih kepada :

- Ayah, Ibu, dan Mbak Ifa atas segala kasih sayang, nasihat, dukungan, dan doa yang telah diberikan hingga terselesaikannya skripsi ini.
- Bapak M. Aziz Muslim, ST., MT., Ph.D selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Bapak Hadi Suyono, ST., MT., Ph.D selaku Sekretaris Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Ibu Ir. Nurussa’adah, M.T. selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya atas bimbingan dan motivasi yang diberikan dalam penggerjaan skripsi.
- Bapak Dr. Eng. Panca Mudjirahardjo, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak R. Arief Setwayan, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II atas bimbingan, saran, dan kritik yang diberikan dalam penggerjaan skripsi.
- Seluruh Dosen Pengajar yang telah memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat bagi penulis dalam menyelesaikan studi.
- Laboran Laboratorium Elektronika Bapak Mulyadi, S.T. atas semua fasilitas dan bantuan yang diberikan dalam penggerjaan skripsi.
- Teman-teman tim robot angkatan 2012 Ricky, Reza, Agus, Firman, Ronny, Fikrul, Juli, Wiwin, Septian, dan Anggi atas dukungan, bantuan, dan kebersamaannya selama 3 tahun berada di tim robot.
- Adik-adik tim robot angkatan 2013 dan angkatan 2014 atas kebersamaan dan bantuan yang telah diberikan.
- Teman-teman Asisten Laboratorium 2012 Akbar, Cahyo, Iman, dan Icha atas kebersamaan dan dukungan yang telah diberikan.



- Teman-teman Konsentrasi Elektronika 2012 dan teman-teman “Voltage” angkatan 2012 atas dukungan yang telah diberikan.
- Adik-adik Konsentrasi Elektronika 2013 Daffi, Naufal, Yana, dan Hasdi atas bantuannya dalam pengerjaan skripsi.
- Semua pihak yang telah memberikan bantuan serta dukungan baik secara langsung maupun tidak langsung atas penyusunan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis sangat memerlukan dan mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi serta bagi masyarakat.

Malang, 19 Desember 2016

Penulis



DAFTAR ISI

Judul	Halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Robot Mobil Sistem Differensial.....	5
2.2 Kontes Robot Pemadam Api Indonesia.....	6
2.3 Sensor Warna.....	7
2.4 Sensor <i>Rotary Encoder</i>	8
2.5 Bluetooth HC - 05.....	9
2.6 Mikrokontroler ATmega 8.....	10
2.7 Komunikasi Serial	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Spesifikasi Alat.....	15
3.2 Perancangan dan Perealisasian Alat	16
3.2.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	17
3.2.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	23

3.3 Pengujian Alat	29
3.3.1 Pengujian Rangkaian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	29
3.3.2 Pengujian Rangkaian Sensor Warna.....	30
3.3.3 Pengujian Rangkaian Driver Motor L298N	30
3.3.4 Pengujian Transmisi Data.....	31
3.3.5 Pengujian Jarak Tempuh Robot.....	32
3.3.6 Pengujian Keseluruhan Sistem	33
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1 Pengujian Rangkaian Driver Motor L298N	35
4.2 Pengujian Rangkaian Sensor Warna	37
4.3 Pengujian Rangkaian Sensor <i>Rotary Encoder</i>	38
4.4 Pengujian Transmisi Data	39
4.5 Pengujian Jarak Tempuh Robot	40
4.6 Pengujian Keseluruhan Sistem.....	41
BAB V KESIMPULAN	45
5.1 Kesimpulan.....	45
5.2 Saran.....	45
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	48



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kombinasi S0, S1, S2, dan S3 untuk mengatur skala frekuensi dan tipe fotodioda	7
Tabel 4.1 Pengujian <i>duty cycle</i> keluaran driver motor terhadap <i>duty cycle</i> masukan	36
Tabel 4.2 Frekuensi keluaran rangkaian sensor warna terhadap warna lantai di lintasan ...	37
Tabel 4.3 Hasil Pengujian jarak jangkau transmisi data menggunakan modul <i>bluetooth</i> ...	40
Tabel 4.4 Pengujian sensor <i>rotary encoder</i> terhadap jarak aktual	41
Tabel 4.5 Hasil pengujian kecepatan pergerakan robot terhadap blok posisi robot	42



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pergerakan robot dengan putaran roda berbeda	5
Gambar 2.2 Kandidat posisi lilin, juring, furniture dan boneka.....	6
Gambar 2.3 Bentuk dan Ukuran lapangan perlombaan KRPAI 2015	7
Gambar 2.4 <i>Rotary encoder</i> abosolut.....	8
Gambar 2.5 <i>Rotary encoder</i> relatif	9
Gambar 2.6 Bentuk fisis modul <i>bluetooth</i> HC-05.....	9
Gambar 2.7 Konfigurasi pin ATmega 8.....	11
Gambar 2.8 Format frame data komunikasi serial	13
Gambar 3.1 Diagram blok keseluruhan sistem	16
Gambar 3.2 Desain perancangan mekanik robot dan gambar robot perspektif atas	18
Gambar 3.3 Mekanik robot beserta dengan perangkat keras sistem pengirim data	18
Gambar 3.4 Rangkaian catu daya 5V	19
Gambar 3.5 Gambar rangkaian mikrokontroler ATmega 8	20
Gambar 3.6 Rangkaian driver motor L298N	22
Gambar 3.7 Gambar rangkaian sensor warna	23
Gambar 3.8 Diagram alir program utama	24
Gambar 3.10 Diagram alir program cek posisi	27
Gambar 3.11 Diagram alir program kirim data.....	27
Gambar 3.12 Diagram alir program sensor <i>rotary encoder</i>	28
Gambar 3.13 Format paket data	28
Gambar 3.14 Diagram blok pengujian sensor <i>rotary encoder</i>	29
Gambar 3.15 Diagram blok pengujian sensor warna	30
Gambar 3.16 Diagram blok pengujian rangkaian driver motor L298N.....	31
Gambar 3.17 Diagram blok pengujian transmisi data.....	31
Gambar 3.18 Diagram blok pengujian jarak tempuh robot.....	32
Gambar 3.19 Diagram blok pengujian keseluruhan sistem.....	33



Gambar 4.1 Sinyal keluaran driver motor dengan <i>duty cycle</i> masukan 60%	36
Gambar 4.2 Frekuensi keluaran pada lantai warna merah menggunakan tipe fotodioda <i>red</i>	37
Gambar 4.3 Sinyal keluaran sensor <i>rotary encoder</i> kanan.....	38
Gambar 4.4 Sinyal keluaran sensor <i>rotary encoder</i> kiri.....	38
Gambar 4.5 Hasil Pengujian transmisi data pada program visual	39
Gambar 4.6 Tampilan program visual saat memonitor posisi robot	42
Gambar 4.7 Ilustrasi pergerakan robot pada lintasan pengujian	43



DAFTAR LAMPIRAN

DOKUMENTASI ALAT	49
SKEMATIK RANGKAIAN	52
DATA PENGUJIAN	56
LISTING PROGRAM	59
DATASHEET	68



1.1 Latar Belakang

Dewasa ini perkembangan teknologi robotika di Indonesia dari tahun ke tahun mengalami kemajuan yang pesat. Hal itu dibuktikan dengan dikembangkannya *mobile robot*. *Mobile robot* adalah suatu robot yang memiliki mobilitas untuk bergerak dan beradaptasi di suatu tempat tanpa kontrol langsung manusia. Agar dapat beradaptasi dengan lingkungan sekitar, robot membutuhkan sensor. Sensor merupakan komponen yang harus dimiliki oleh robot. Apabila sensor tidak dapat menanggapi respon terhadap lingkungan sekitar, maka robot akan mengalami *error* atau tidak dapat melakukan tugasnya. Untuk menggerakkan robot dari suatu tempat ke tempat lain, maka dibutuhkan aktuator. Aktuator sebagai penggerak mekanik robot harus mempunyai kemampuan menggerakkan robot beserta dengan beban yang dimiliki robot. Dalam melakukan tugasnya, robot membutuhkan kontroler untuk mengatur kerja aktuator dan sensor. Mikrokontroler merupakan kontroler berukuran kecil dalam bentuk chip yang memiliki berbagai macam fungsi pin *input/output* dan mampu menyimpan program yang ditulis pada software kontroler.

Kontes Robot Indonesia (KRI) merupakan kontes robot yang diselenggarakan oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi (Dirjen DIKTI) setiap tahunnya. Dalam KRI terdiri dari 4 divisi, yaitu Kontes Robot Abu Indonesia (KRAI), Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI), Kontes Robot Sepak Bola Indonesia (KRSBI), dan Kontes Robot Seni Indonesia (KRSI). Kontes Robot Pemadam Api adalah suatu ajang perlombaan yang memiliki tujuan untuk mencari dan memadamkan lilin di arena lapangan. KRPAI terdiri dari dua divisi, yaitu divisi beroda pemadam api dan divisi berkaki pemadam api. Pada KRPAI 2015 terdapat perbedaan konfigurasi lapangan dari tahun-tahun sebelumnya. Lapangan yang digunakan adalah gabungan dari dua buah lapangan pemadam api tipe *Trinity College* yang berbentuk simetris (cermin) dan memiliki lantai berwarna merah, biru, hitam, dan putih. Tema KRPAI 2015 adalah kolaborasi robot pemadam api yang mana akan dipertandingkan 2 divisi, yaitu : divisi beroda dan divisi berkaki. Tim robot yang paling banyak memadamkan lilin dan meraih poin tertinggi adalah pemenangnya.

Dalam KRPAI 2015, robot harus mampu membedakan warna lantai supaya dapat bernaligasi di lapangan. Oleh karena itu, dibutuhkan sensor warna yang dapat membedakan warna lapangan. Sensor warna harus mampu membedakan warna lapangan karena akan mempengaruhi pergerakan robot di lapangan. Selain itu, robot dituntut harus bergerak cepat untuk mencari dan memadamkan lilin. Pergerakan robot yang cepat tersebut dapat menyebabkan robot bergerak tidak sesuai dengan program.

Berdasarkan uraian diatas, peneliti merancang dan membuat sistem yang dapat memonitor posisi robot dengan menggunakan sensor warna dan sensor *rotary encoder*. Sensor warna digunakan untuk membedakan warna lantai dan sensor *rotary encoder* digunakan untuk mengetahui posisi robot ketika robot bergerak. Dalam memonitor posisi robot, robot memiliki mobilitas yang memungkinkan bergerak ke segala arah, sedangkan penggunaan kabel akan membatasi pergerakan robot. Maka dari itu, digunakan teknologi komunikasi *wireless* untuk melakukan transmisi data posisi robot ke komputer.

1.2 Rumusan Masalah

- Berdasarkan latar belakang dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut :
- Bagaimana membedakan warna lantai di lintasan dengan menggunakan sensor warna.
 - Bagaimana mengetahui posisi robot di lintasan dengan menggunakan sensor *rotary encoder*.
 - Bagaimana merancang dan membuat sistem antarmuka *bluetooth* dengan mikrokontroler untuk memonitor posisi robot di lintasan.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dirumuskan, maka hal-hal yang berkaitan dengan penelitian akan diberi batasan sebagai berikut :

- Sistem pergerakan robot menggunakan tipe *differential drive*.
- Sensor warna harus dikalibrasi terlebih dahulu.
- Posisi awal robot pada blok posisi 0,0 yang memiliki warna hitam.
- Lapangan yang digunakan bukanlah lapangan perlombaan KRPAI 2015, robot diuji di sebuah lintasan dengan permukaan datar yang terdiri dari blok-blok dan memiliki warna merah, biru, hitam, dan putih. Warna-warna tersebut sesuai dengan warna pada lapangan perlombaan KRPAI 2015.



1.4 Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membuat sistem yang dapat memonitor posisi robot beroda di lintasan dengan menggunakan sensor warna TCS3200 dan sensor *rotary encoder*.

1.5 Manfaat

Hasil-hasil penelitian yang diperoleh dalam penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat antara lain :

- a) Pengembangan keterampilan dan pemahaman dalam mengimplementasikan sensor.
- b) Dapat digunakan sebagai referensi penelitian di bidang robotika.
- c) Dapat digunakan untuk memonitor posisi robot saat dalam tahap pengujian pergerakan robot di lintasan.





UNIVERSITAS BRAWIJAYA



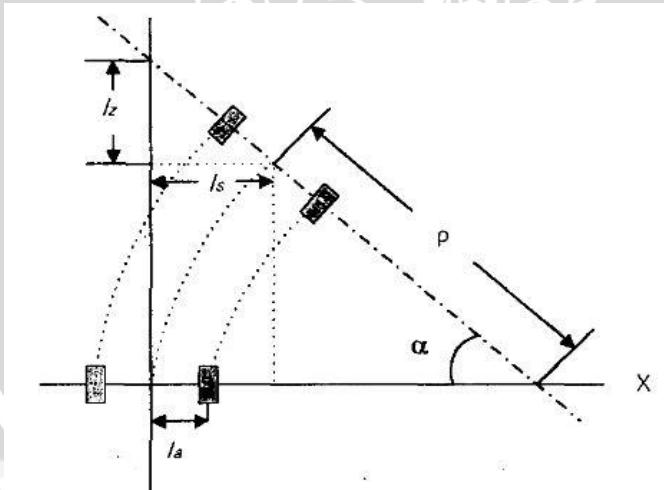
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot Mobil Sistem Differensial

Robot mobil sistem diferensial merupakan robot mobil yang bergerak dengan menggunakan dua buah roda yang dapat digerakkan secara terpisah. Robot dapat mengubah arah pergerakannya dengan mengatur putaran pada kedua roda. Roda diletakkan pada kedua sisi robot sebagai penggerak sekaligus kemudi robot mobil dan roda tambahan (*caster*) untuk menambah kestabilan robot. Oleh karena itu pada robot ini tidak diperlukan pengendali arah gerakan tambahan.

Posisi robot dapat ditentukan dengan memantau putaran tiap-tiap roda. Apabila putaran roda sisi kanan dan sisi kiri sama, maka robot akan bergerak lurus. Apabila besarnya putaran roda sisi kanan dan kiri tidak sama, maka robot akan menghasilkan gerak melingkar sesuai dengan ilustrasi dalam Gambar 2.1. S_R dan S_L merupakan jarak tempuh roda kanan dan jarak tempuh roda kiri. Besarnya sudut α yang terbentuk dapat ditentukan dengan persamaan (2-1). Jari-jari ρ dari gerak melingkar dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (2-2).



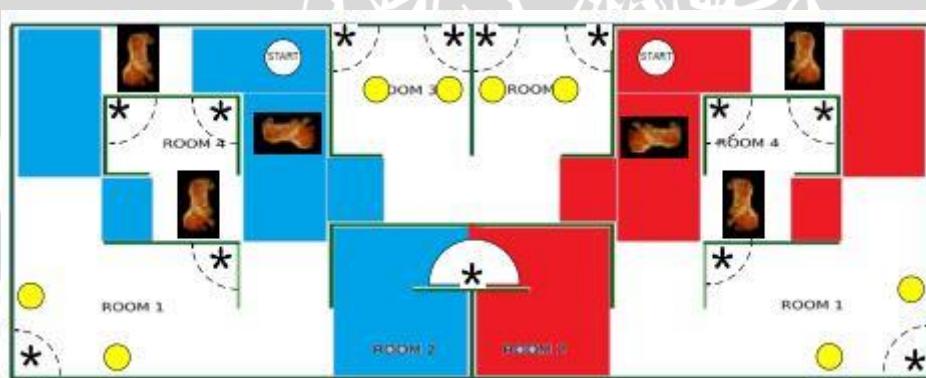
Gambar 2.1 Pergerakan robot dengan putaran roda berbeda
Sumber : Fumio Harashima, 1999 : 2

Putaran robot mobil ini dapat diatur dengan bantuan sensor. Salah satunya adalah menggunakan sensor *rotary encoder*. Sensor ini diletakkan di masing-masing motor penggerak. (Fumio Harashima, 1999).

2.2 Kontes Robot Pemadam Api Indonesia

Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) adalah kontes robot yang diadakan oleh Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi (Dirjen DIKTI). KRPAI terdiri dari 2 divisi yaitu, divisi beroda robot pemadam api dan divisi berkaki robot pemadam api. Tema KRPAI 2015 adalah kolaborasi robot pemadam api yang mempertandingkan 2 divisi, yaitu divisi beroda dan divisi berkaki. Tim robot yang paling banyak memadamkan lilin dan meraih poin tertinggi akan menjadi pemenangnya. (Kontes Robot Pemadam Api, 2015 : 2)

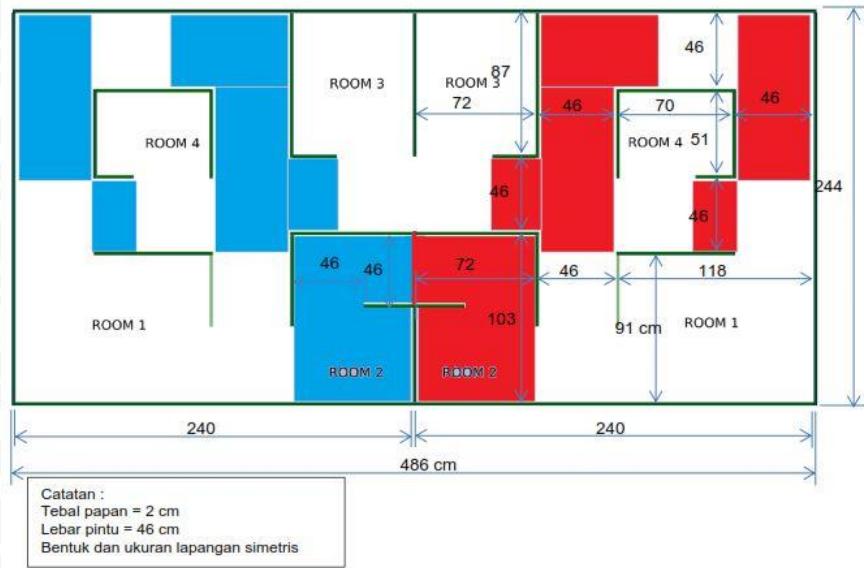
Robot yang digunakan pada kontes robot pemadam api Indonesia divisi beroda memiliki panjang maksimum 31 cm, lebar maksimum 31, dan tinggi maksimum 27 cm. Lapangan memiliki konfigurasi acak baik ruangan, posisi lilin, juring, furniture dan boneka. Posisi start bisa di lorong atau di salah satu ruang yang tidak ada lillinya. Kandidat posisi lilin, juring, furniture dan boneka dapat ditunjukkan dalam Gambar 2.2. (Kontes Robot Pemadaman Api, 2015 : 13)



Gambar 2.2 Kandidat posisi lilin, juring, furniture dan boneka

Sumber : DIKTI, 2015 : 15

Lapangan KRPAI 2015 merupakan gabungan dari dua lapangan pemadam api tipe *Trinity College* berbentuk simetris (cermin) antara daerah merah dan daerah biru. Lapangan terbuat dari papan multipleks dengan tebal 2 cm. Warna lantai daerah merah dan daerah biru sama, yaitu hitam. Setiap daerah memiliki 4 *room* dengan posisi tetap namun dua diantaranya (*room 1* dan *room 4*) memiliki pintu yang dapat digeser posisinya. Kemudian setiap *room* memiliki ukuran yang berbeda-beda dan garis berwarna putih di pintu *room*. Bentuk dan ukuran perlombaan KRPAI 2015 ditunjukkan dalam Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Bentuk dan Ukuran lapangan perlombaan KRPAI 2015

Sumber : DIKTI, 2015 : 14

2.3 Sensor Warna

Sensor warna yang digunakan pada alat ini adalah TCS 3200. TCS 3200 merupakan IC pengkonversi warna cahaya ke frekuensi. Silikon fotodioda dan pengkonversi arus ke frekuensi merupakan komponen utama IC TCS 3200. Keluaran sensor ini berupa sinyal kotak yang frekuensinya sesuai dengan intensitas cahaya yang diterima. Sensor ini memiliki 3 skala frekuensi keluaran yaitu 100%, 20%, dan 2%. Skala frekuensi keluaran dapat diatur dengan menentukan 2 pin masukan skala frekuensi, yaitu S0 dan S1. IC TCS 3200 disusun secara *array* 8x8 dengan konfigurasi 16 fotodioda filter biru, 16 fotodioda filter hijau, 16 fotodioda filter merah, dan 16 fotodioda tanpa filter. Tipe fotodioda dapat diatur dengan menentukan 2 pin pemilih fotodioda, yaitu pin S2 dan S3. Kombinasi pin S0, S1, S2, dan S3 untuk mengatur skala frekuensi dan tipe fotodioda ditunjukkan dalam Tabel 2.1. (TAOS, 2009 : 1)

Tabel 2.1 Kombinasi S0, S1, S2, dan S3 untuk mengatur skala frekuensi dan tipe fotodioda

S0	S1	Skala Frekuensi Keluaran	S2	S3	Fotodioda
0	0	Power Down	0	0	Red
0	1	2 %	0	1	Blue
1	0	20 %	1	0	Clear
1	1	100 %	1	1	Green

2.4 Sensor *Rotary Encoder*

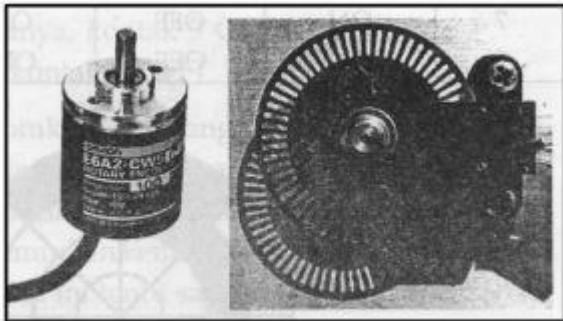
Rotary Encoder atau yang dikenal dengan *shaft encoder* adalah perangkat elektromekanikal yang digunakan untuk mengkonversi sudut dari perputaran poros atau roda ke dalam bentuk kode digital berupa lebar pulsa. Komponen ini biasa digunakan dalam bidang robotika, perangkat komputer dan perangkat elektronik lainnya, *Rotary encoder* dibedakan menjadi dua jenis yakni *rotary encoder* absolut dan *rotary encoder* relatif.

Rotary encoder absolut merupakan jenis sensor yang mampu menghasilkan kode digital yang unik untuk masing-masing beda sudut poros. Pada prinsipnya sensor ini tersusun atas plat baja dan kontak. Plat baja dipotong dan disusun dengan pola tertentu kemudian ditempelkan pada suatu poros. Plat baja dan kontak ini secara prinsip kerja menyerupai saklar dalam kondisi ON apabila keduanya saling bersentuhan dan OFF apabila terpisah. Plat baja dan kontak diatur sedemikian rupa sehingga menghasilkan kondisi yang berbeda untuk tiap-tiap sudut poros. Gambar *rotary encoder* absolut ditunjukkan dalam Gambar 2.4.



Gambar 2.4 *Rotary encoder* abosolut
Sumber : Sigit Riyanto, 2007 : 40

Rotary encoder relatif tidak dapat mengukur posisi sudut poros melainkan hanya mengukur perubahan sudut poros terhadap posisi sudut sebelumnya. *Rotary encoder* ini digunakan ketika metode *rotary encoder* absolut tidak dapat digunakan disebabkan ukuran dan bentuk piringan. Secara prinsip sistem ini terdiri dari piringan yang dipasang pada poros dan sensor optik. Sistem ini menggunakan metode saklar optik, misal fotodioda, untuk menghasilkan pulsa listrik yang digunakan sebagai masukan bagi rangkaian kontrol elektronika. Gambar *rotary encoder* relatif ditunjukkan dalam Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Rotary encoder relatif
Sumber : Sigit Riyanto, 2007 : 44

Sistem relatif tidak dapat menentukan arah putaran poros. Agar dapat mengukur arah putaran poros, pada sistem harus ditambahkan dua buah sensor optik yang dipasang pada sudut berbeda. Tipe *rotary encoder* ini dikenal dengan *quadrature encoder*. Mikrokontroler akan membaca jumlah pulsa dari sensor *rotary encoder* ini untuk mengatur pergerakan robot itu sendiri. (Sigit Riyanto, 2007)

2.5 Bluetooth HC - 05

Bluetooth HC-05 merupakan modul *bluetooth* dengan komunikasi serial *wireless*. *Bluetooth* ini menggunakan modulasi *bluetooth* V2.0 + EDR (*Enhanced Data Rate*) 3 Mbps dengan memanfaatkan gelombang radio berfrekuensi 2,4 GHz. *Bluetooth HC 05* memiliki 2 mode, yaitu *AT Command mode* dan *Communication mode*. *AT command mode* berfungsi untuk melakukan konfigurasi pada *bluetooth*. Sedangkan, *communication mode* berfungsi untuk komunikasi *bluetooth* dengan perangkat lain. Bentuk fisis *bluetooth HC - 05* ditunjukkan dalam Gambar 2.6. (iteadstudio.com, 2010)



Gambar 2.6 Bentuk fisis modul *bluetooth* HC-05
Sumber : electrosome.com

2.6 Mikrokontroler ATmega 8

Mikrokontroler adalah sebuah komputer berukuran kecil di dalam sebuah IC/*chip*. Dalam sebuah IC/*chip* terdapat CPU, memori, *timer*, saluran komunikasi serial dan paralel, *port input/output*, ADC, serta fitur lainnya.

ATmega 8 merupakan seri mikrokontroler AVR 8-bit buatan Atmel, berbasis arsitektur RISC (*Reduced Instruction Set Computer*). Mikrokontroler ini mempunyai keunggulan yaitu memiliki kecepatan eksekusi program yang lebih cepat karena sebagian besar instruksi dieksekusi dalam 1 siklus *clock* dengan *throughput* mendekati 1 MIPS per MHz. Secara umum konfigurasi yang dimiliki mikrokontroler ATmega 8 adalah sebagai berikut : (Atmel AVR ATmega 8, 2013)

- Mikrokontroler ACR 8 bit yang memiliki kemampuan tinggi dengan daya rendah.
- Memiliki kapasitas Flash memori 8 KByte, EEPROM 512 Byte, dan SRAM 1 Kbyte.
- Jalur dua arah (*bidirectional*) yang digunakan sebagai saluran masukan atau keluaran yang dikontrol oleh register DDR.
- Sebuah komunikasi serial USART yang dapat diprogram
- Sebuah *master/slave* serial SPI yang dapat diprogram.
- Sebuah *Two Wire Serial Interface*.
- Dua buah *timer/counter* 8 bit dan sebuah *timer/counter* 16 bit.
- *Watchdog Timer* dan osilator internal yang dapat diprogram.
- Memiliki PWM 3 *channel*
- *Analog to Digital Converter* di dalam chip (ADC) 6 *channel* 10 bit dan *analog comparator* di dalam chip.
- Kemampuan melaksanakan operasi perkalian, pembagian, dan operasi boolean.
- Mampu beroperasi sampai dengan frekuensi 16 Mhz.



ATmega 8 terdiri dari 28 pin. Konfigurasi pin ATmega 8 ditunjukkan dalam Gambar 2.7

(RESET) PC6	1	28	PC5 (ADC5/SCL)
(RXD) PD0	2	27	PC4 (ADC4/SDA)
(TXD) PD1	3	26	PC3 (ADC3)
(INT0) PD2	4	25	PC2 (ADC2)
(INT1) PD3	5	24	PC1 (ADC1)
(XCK/T0) PD4	6	23	PC0 (ADC0)
VCC	7	22	GND
GND	8	21	AREF
(XTAL1/TOSC1) PB6	9	20	AVCC
(XTAL2/TOSC2) PB7	10	19	PB5 (SCK)
(T1) PD5	11	18	PB4 (MISO)
(AIN0) PD6	12	17	PB3 (MOSI/OC2)
(AIN1) PD7	13	16	PB2 (SS/OC1B)
(ICP1) PB0	14	15	PB1 (OC1A)

Gambar 2.7 Konfigurasi pin ATmega 8

Sumber : Atmel AVR ATmega 8, 2013 : 2

Fungsi pin-pin ATmega8 adalah sebagai berikut :

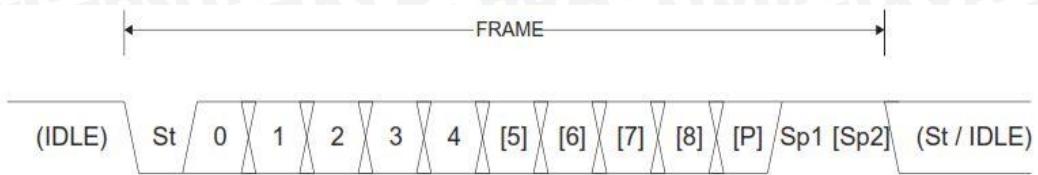
- *Port B* (Pin B0..7), merupakan saluran masukkan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus Port B adalah : Port B0 {ICP (*Timer/counter 1 input capture*)}, Port B1 {OC1A (*Timer/counter 1 output compare A match output*)}, Port B2 {OC1B (*Timer/counter 1 output compare B match output*) & SS (*SPI slave select input*)}, Port B3 {OC2 (*Timer/counter 2 compare match output*) & MOSI (*SPI bus master output/slave input*)}. Port B4 {MISO (*SPI bus master input/slave output*)}, Port B5 {SCK (*SPI bus serial clock*)}, Port B6 {TOSC1 (*Timer Oscillator pin 1*)}, Port B7 {TOSC2 (*Timer oscillator pin 2*)}.
- *Port C* (Pin C0..5), merupakan saluran masukan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus *Port C* adalah sebagai ADC (ADC input channel 0..5).
- *Port D* (Pin D0..7), merupakan saluran masukkan/keluaran dua arah dan juga mempunyai fungsi khusus. Fungsi khusus dari Port D diantaranya adalah : Port D0 {RXD (*USART input pin*)}, Port D1 {TXD (*USART output pin*)}, Port D2 {INT0 (*Eksternal interrupt 0 input*)}, Port D3 {INT1 (*Eksternal interrupt 1 input*)}, Port D4 {T0 (*timer/counter 0 eksternal counter input*) & XCK (*USART eksternal clock input/output*)}, Port D5 {T1 (*timer/counter 1 eksternal counter input*)}, Port D6 AIN0 (*Analog comparator positive input*), Port D7 AIN1 (*Analog comparator negative input*).

- Pin 1 RESET, merupakan pin untuk mereset mikrokontroler dengan cara memberi masukan logika rendah.
 - Pin 7 VCC, merupakan saluran masukan untuk catu daya positif sebesar 5 volt DC.
 - Pin 8 GND, merupakan *Ground* dari seluruh rangkaian.
 - Pin 9 dan 10 (XTAL1 dan XTAL2), merupakan saluran untuk mengatur pewaktuan mikrokontroler. Untuk pewaktuan dapat menggunakan pewaktuan internal maupun eksternal.
- Pin 20 AVCC, merupakan catu untuk perangkat ADC.
- Pin 21 AREF, merupakan pin referensi analog untuk masukan ADC.
 - Pin 22 GND, merupakan *ground* dari ADC.

2.7 Komunikasi Serial

Pada prinsipnya, komunikasi serial ialah komunikasi di mana pengiriman data dilakukan per bit, sehingga lebih lambat dibandingkan komunikasi *parallel* seperti pada port printer yang mampu mengirim 8 bit sekaligus dalam sekali waktu. Devais pada komunikasi serial port dibagi menjadi 2 (dua) kelompok yaitu *Data Communication Equipment* (DCE) dan *Data Terminal Equipment* (DTE). Pengiriman data secara serial dapat berupa sinkron, yaitu pengiriman *clock* dilakukan bersamaan dengan data, atau berupa asinkron, yaitu pengiriman *clock* tidak bersamaan dengan data namun secara dua tahap, saat data dikirim dan data diterima. Untuk istilah yang sering digunakan untuk mengirim dan menerima data secara asinkron biasa disebut *Universal Asynchronous Receiver Transmitter* (UART). Komunikasi data serial menggunakan UART sangat umum dan mudah penggunaannya, misalnya pada port serial PC. Setiap pengiriman data pada UART menggunakan bit tanda *start* bit dan *stop* bit. Jalur data yang digunakan hanya satu untuk setiap pengiriman data. Data-data serial dikirim melewati jalur data satu persatu setiap satuan waktu. Format pengiriman data serial secara asinkron ditunjukkan dalam Gambar 2.8.





Gambar 2.8 Format frame data komunikasi serial

Sumber : Atmel AVR ATmega 8, 2013 : 133

St = Bit selalu berlogika rendah.

(n) = Banyaknya data yang dikirim (0-8).

P = Bit paritas (ganjil atau genap).

Sp = Bit stop selalu berlogika tinggi (bit stop bisa berjumlah 1 atau 2).

IDLE = Tidak ada data yang ditransfer pada RX dan TX, IDLE selalu berlogika tinggi.





UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB III

METODE PENELITIAN

Penyusunan penelitian ini didasarkan dalam masalah yang bersifat aplikatif, yaitu perencanaan dan perealisasian alat agar dapat bekerja sesuai dengan yang direncanakan dengan mengacu dalam rumusan masalah. Langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk merealisasikan alat yang dirancang adalah penentuan spesifikasi alat, pembuatan alat, dan pengujian alat.

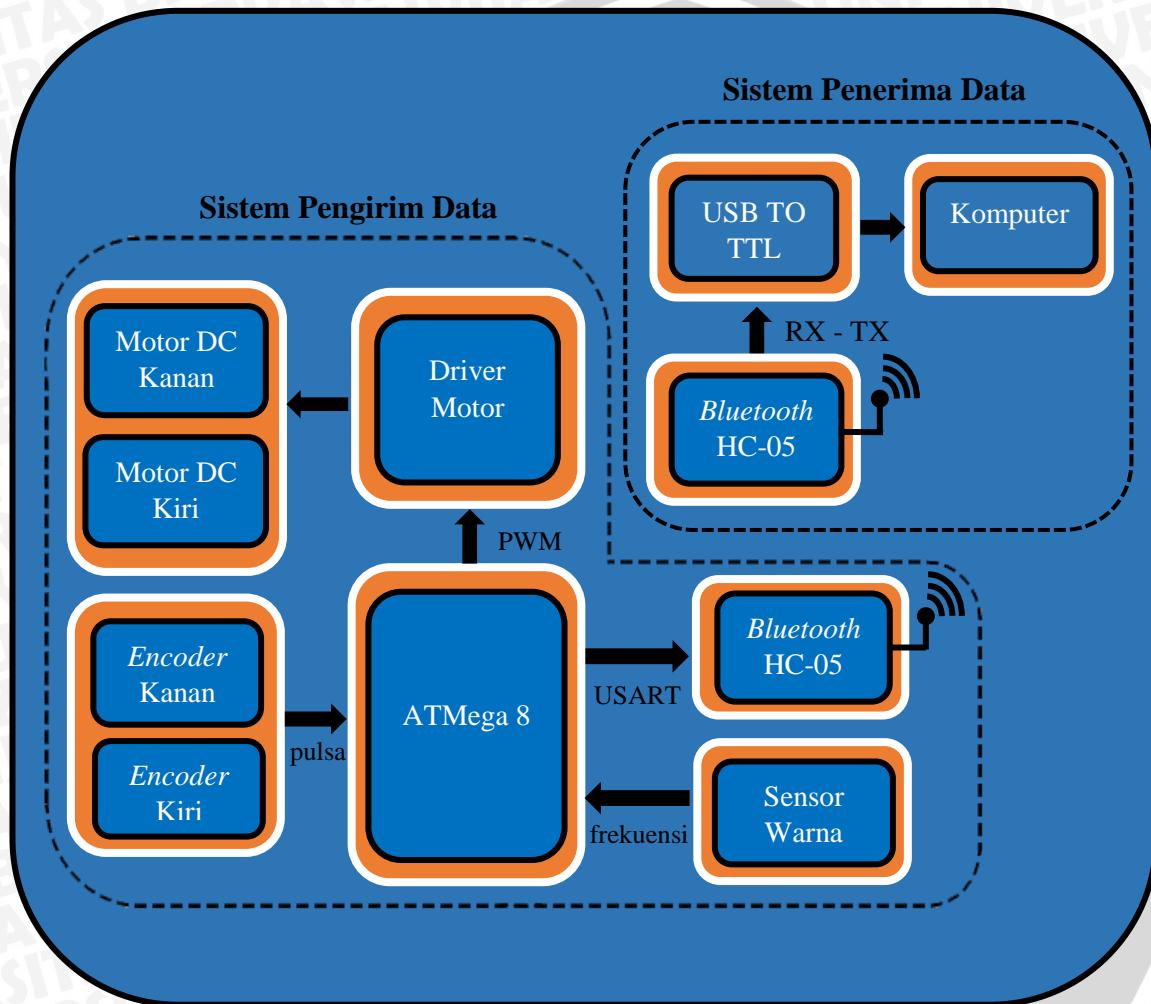
3.1 Spesifikasi Alat

Spesifikasi alat secara global ditetapkan terlebih dahulu sebagai acuan dalam perancangan selanjutnya. Spesifikasi yang dicantumkan adalah spesifikasi yang memiliki peranan penting dalam perancangan. Spesifikasi alat yang direncanakan adalah sebagai berikut :

- 1) Mekanika robot berbahan dasar mika 3 mm.
- 2) Jari-jari robot adalah 3,5 cm.
- 3) Dimensi robot menggunakan panjang 25 cm, lebar 25 cm , dan tinggi 15,5 cm
- 4) Sistem pergerakan robot menggunakan sistem *differential drive steering* (dua buah motor penggerak)
- 5) Aktuator yang digunakan adalah dua buah motor DC.
- 6) Baterai yang digunakan adalah baterai *Lithium Polymer* 3S 12,6V 2200mAH
- 7) Mikrokontroler yang digunakan adalah mikrokontroler ATmega 8 sebagai pengendali utama robot.
- 8) Sensor *rotary encoder* yang digunakan adalah *hall effect incremental rotary encoder*.
- 9) Sensor *rotary encoder* memiliki resolusi 48 *count/revolution*.
- 10) Jumlah pulsa yang dihasilkan sensor *rotary encoder* dalam satu putaran roda adalah 360.
- 11) Sensor warna menggunakan IC TCS3200 untuk mendeteksi warna.
- 12) Transmisi data menggunakan komunikasi serial UART antara robot dan komputer melalui dua buah modul *bluetooth HC - 05*.

3.2 Perancangan dan Perealisasian Alat

Perancangan dan pembuatan alat dalam penelitian ini dibagi menjadi dua bagian, yaitu bagian perangkat keras (*hardware*) dan bagian perangkat lunak (*software*). Perancangan dan pembuatan perangkat keras diwujudkan dalam bentuk diagram blok keseluruhan sistem. Pada diagram blok keseluruhan sistem dibagi menjadi dua blok, yaitu sistem pengirim data dan sistem penerima data yang ditunjukkan dalam Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram blok keseluruhan sistem

Fungsi masing-masing bagian dalam diagram blok ini adalah sebagai berikut :

- 1) Motor DC digunakan untuk memutar kedua roda robot.
- 2) Sensor *rotary encoder* digunakan untuk menghitung jumlah pulsa selama motor DC berputar.
- 3) Driver motor digunakan sebagai antarmuka mikrokontroler dengan motor DC.
- 4) Sensor warna digunakan untuk membedakan warna lantai pada lintasan.
- 5) *Bluetooth HC – 05* digunakan untuk transmisi data serial dengan komputer.

- 6) Mikrokontroler ATmega 8 merupakan pengendali utama pada sistem digunakan untuk mengolah data sensor warna dan sensor *rotary encoder* serta sebagai transmisi data.
- 7) Komputer digunakan untuk memonitor pergerakan robot ketika robot menjelajahi blok lintasan.

Secara garis besar, Prinsip kerja sistem ini adalah sebagai berikut :

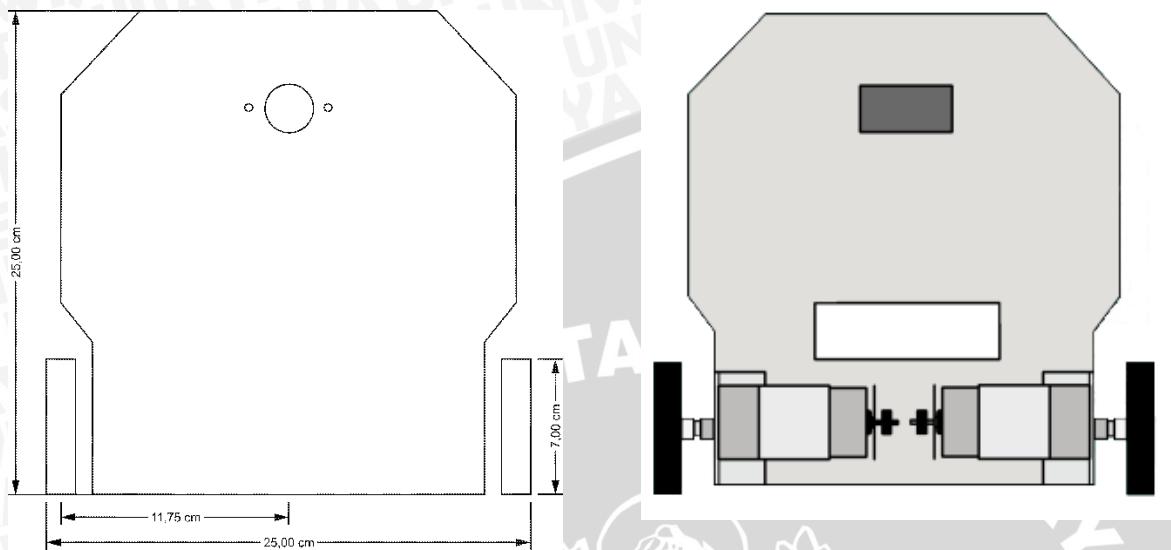
Mikrokontroler ATmega 8 merupakan pengendali utama pada sistem ini memberikan logika keluaran dan nilai PWM pada driver motor untuk memutar motor DC. Saat motor DC berputar, maka sensor *rotary encoder* akan menghasilkan pulsa dengan mendeteksi jumlah putaran. Kemudian pulsa yang dihasilkan sensor *rotary encoder* dimasukkan ke mikrokontroler. Sensor warna membaca setiap warna di lintasan dengan menggunakan tiga tipe fotodioda, yaitu : fotodioda *red*, *blue*, dan *clear*. Saat sensor warna membaca warna lintasan, sensor warna menghasilkan frekuensi keluaran berupa sinyal kotak yang terdiri dari pulsa-pulsa dalam periode waktu yang ditentukan. Kemudian frekuensi keluaran yang dihasilkan sensor warna dimasukkan ke mikrokontroler. Kedua keluaran sensor warna dan sensor *rotary encoder* diolah oleh mikrokontroler menjadi paket data blok posisi robot. Paket data blok posisi robot dikirimkan menggunakan komunikasi serial UART mikrokontroler ATmega 8 pada modul *bluetooth* pemancar. Modul *bluetooth* penerima yang dihubungkan dengan modul USB to TTL menerima paket data dan ditampilkan pada program visual di komputer. Kemudian program visual memisahkan paket data menjadi data blok posisi x dan data blok posisi y.

3.2.1 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Keras (*Hardware*)

3.2.1.1 Perancangan Mekanik Robot

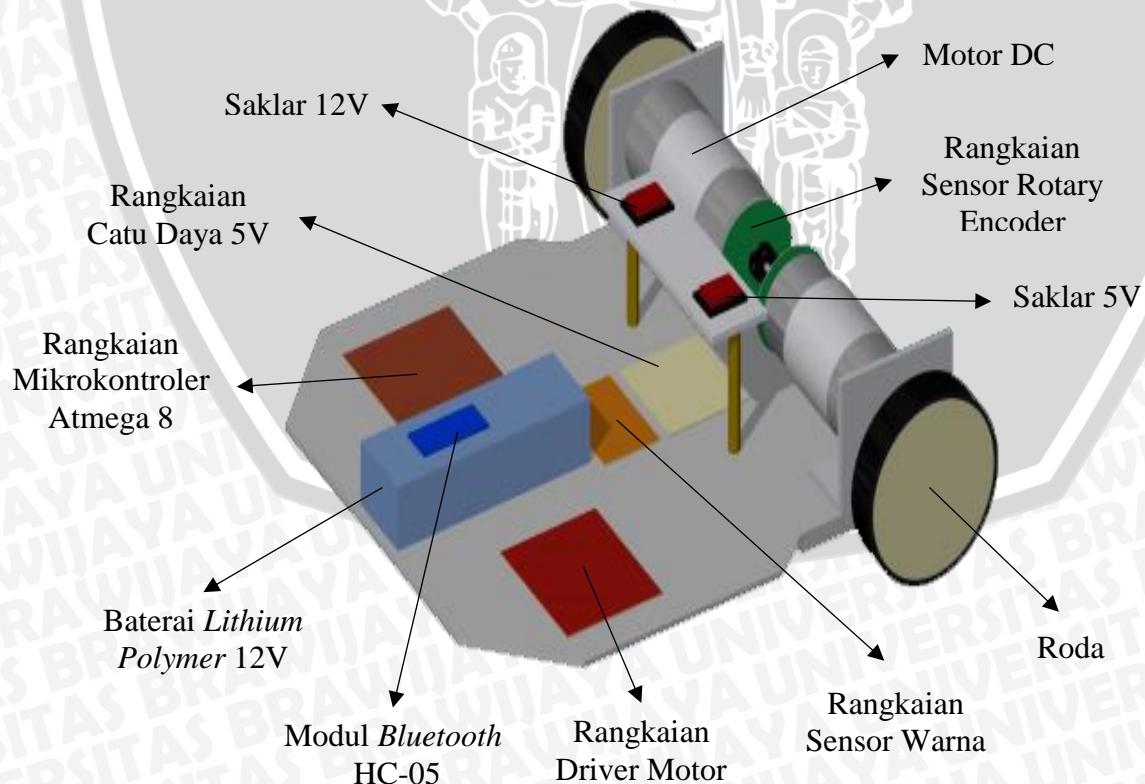
Perancangan mekanik robot harus memiliki rangka robot yang proporsional dengan panjang, lebar, dan tinggi robot agar dapat mendukung pergerakan robot yang lebih baik. Rangka utama robot berbahan dasar mika *acrylic* dengan ketebalan 3 mm. Pada bagian belakang robot dilapisi mika *acrylic* dengan ketebalan 5 mm agar dapat menahan beban motor DC. Pada sisi samping belakang robot terdapat dua buah *bracket* sebagai tempat dudukan motor DC. Roda pada robot terdiri dari 3 roda yaitu : dua buah roda penggerak berbahan nilon dengan diameter 7 cm dan sebuah *caster* (roda bebas). Berdasarkan peraturan Kontes Robot Pemadam Api (KRPAI) tahun 2015, batasan dimensi robot yang ditentukan adalah 31 cm x 31 cm x 27 cm dengan urutan panjang, lebar, dan tinggi. Dengan adanya peraturan tersebut, maka robot beroda yang dirancang tidak boleh melebihi batasan yang

ditetapkan. Desain perancangan mekanik robot dan gambar robot perspektif atas ditunjukkan dalam Gambar 3.2.



Gambar 3.2 Desain perancangan mekanik robot dan gambar robot perspektif atas

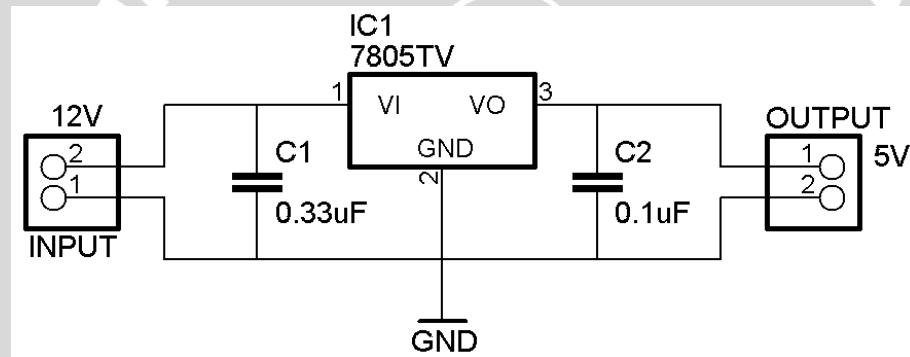
Mekanik robot pada perancangan ini digunakan untuk meletakkan perangkat keras sistem pengirim data. Penempatan perangkat keras sistem pengirim data pada mekanik robot ditunjukkan dalam Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Mekanik robot beserta dengan perangkat keras sistem pengirim data

3.2.1.2 Perancangan Rangkaian Catu Daya 5V

Perancangan rangkaian catu daya 5V digunakan untuk mencatut perangkat keras yang membutuhkan tegangan masukan 5V, yaitu : mikrokontroler ATmega 8, sensor warna, sensor *rotary encoder*, modul *bluetooth* HC-05, dan driver motor. Komponen utama pada rangkaian ini adalah regulator IC 7805. Rangkaian catu daya 5V dengan IC 7805 membutuhkan komponen lain berupa kapasitor pada tegangan masukan(C1) dan kapasitor pada tegangan keluaran(C2). Kapasitor C1 memiliki nilai 0,33 uF berfungsi sebagai filter tegangan masukan yang berasal dari baterai Lippo 12 V. Kapasitor C2 memiliki nilai 0,1 uF berfungsi untuk menstabilkan tegangan keluaran 5V. Rangkaian Catu daya 5 V dirancang berdasarkan rangkaian yang direkomendasikan *datasheet* IC 7805. Gambar rangkaian catu daya 5V ditunjukkan dalam Gambar 3.4.

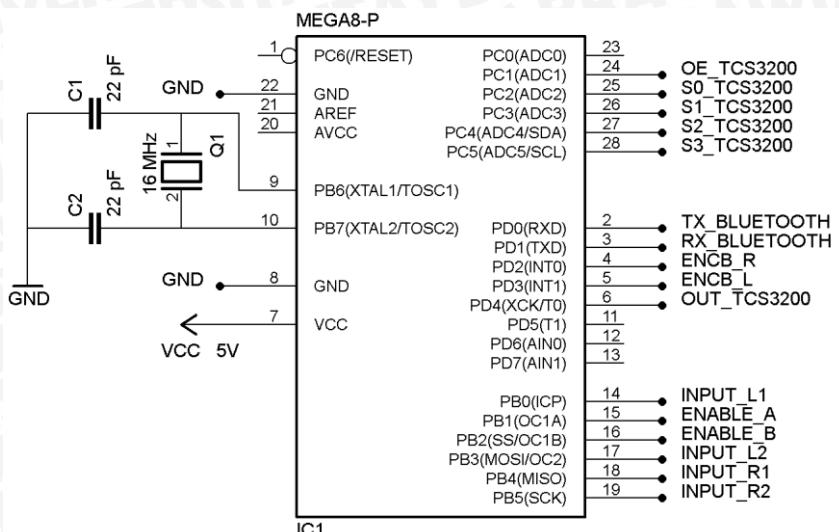


Gambar 3.4 Rangkaian catu daya 5V

3.2.1.3 Perancangan Rangkaian Mikrokontroler ATmega 8

Mikrokontroler yang digunakan dalam perancangan adalah mikrokontroler ATmega 8. Sumber clock mikrokontroler berasal dari kristal yang memiliki frekuensi 16 Mhz. Dua kapasitor 22 pF dirangkai secara paralel dan dihubungkan dengan kedua kaki kristal. Mikrokontroler ATmega 8 memiliki 23 pin yang dapat diprogram sebagai masukan/keluaran dan setiap pin memiliki fungsi yang berbeda-beda. Gambar rangkaian mikrokontroler ATmega 8 ditunjukkan dalam Gambar 3.5. Pada perancangan ini pin-pin yang digunakan yaitu :





Gambar 3.5 Gambar rangkaian mikrokontroler ATmega 8

- PIN B.0 = dihubungkan dengan pin INPUT1 rangkaian driver motor untuk arah motor kiri.
 - PIN B.1 = dihubungkan dengan pin ENABLE_A rangkaian driver motor untuk PWM motor kiri.
 - PIN B.2 = dihubungkan dengan pin ENABLE_B rangkaian driver motor untuk PWM motor kanan.
 - PIN B.3 = dihubungkan dengan pin INPUT2 rangkaian driver motor untuk arah motor kiri.
 - PIN B.4 = dihubungkan dengan pin INPUT3 rangkaian driver motor untuk arah motor kanan.
 - PIN B.5 = dihubungkan dengan pin INPUT4 rangkaian driver motor untuk arah motor kanan.
 - PIN C.1 = dihubungkan dengan pin S0 rangkaian sensor warna untuk selektor skala frekuensi.
 - PIN C.2 = dihubungkan dengan pin S1 rangkaian sensor warna untuk selektor skala frekuensi.
 - PIN C.3 = dihubungkan dengan pin S2 rangkaian sensor warna untuk selektor tipe fotodioda.
 - PIN C.4 = dihubungkan dengan pin S3 rangkaian sensor warna untuk selektor tipe fotodioda.
 - PIN C.5 = dihubungkan dengan pin OE sensor warna untuk mengaktifkan pin out.

- PIN D.1 = dihubungkan dengan pin RX modul *bluetooth* HC-05 untuk transmisi data.
- PIN D.2 = dihubungkan dengan pin Encoder B sensor *rotary encoder* kiri untuk interupsi eksternal.
- PIN D.3 = dihubungkan dengan pin Encoder B sensor *rotary encoder* kanan untuk interupsi eksternal.
- PIN D.4 = dihubungkan dengan pin out sensor warna untuk masukan frekuensi keluaran.
- PIN XTAL1 = dihubungkan dengan kaki osilator kristal 16 Mhz.
- PIN XTAL2 = dihubungkan dengan kaki osilator kristal 16 Mhz.
- PIN VCC = dihubungkan dengan sumber tegangan 5 V.
- PIN GND = dihubungkan dengan *ground*.

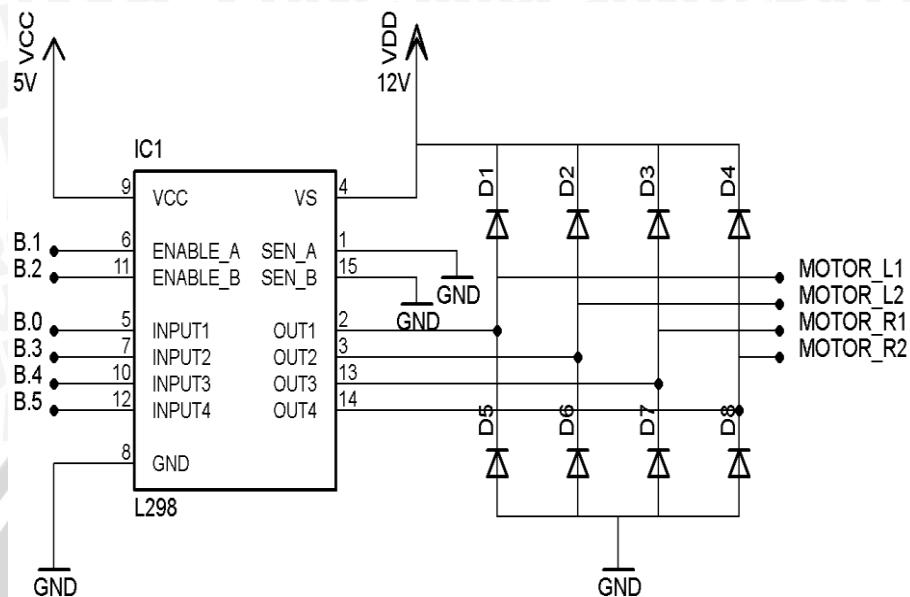
3.2.1.4 Perancangan Rangkaian Driver Motor L298N

Perancangan rangkaian driver motor digunakan sebagai antarmuka mikrokontroler dengan motor DC. Komponen utama pada rangkaian ini adalah IC L298N. Sumber tegangan pada IC ini dibagi menjadi 2 yaitu : Vss untuk sumber tegangan logika kontrol dan Vs untuk sumber tegangan motor DC. IC L298N dapat mengontrol dua buah motor sekaligus karena memiliki dua buah rangkaian *H-bridge* didalamnya. IC ini memiliki 4 pin input yang digunakan untuk mengatur arah putaran motor DC. Pin Enable A dan Enable B digunakan sebagai masukan nilai PWM dari mikrokontroler untuk mengatur kecepatan motor. IC L298N memiliki spesifikasi yaitu :

- $I_O \text{ max} = 2 \text{ A}$
- $V_s = 2,5 - 46 \text{ V (Power Supply)}$
- $V_{ss} = 4,5 - 7 \text{ V (Logic Supply Voltage)}$
- $V_{en} = -0,3 - 7 \text{ V (Input and Enable Voltage)}$

Motor DC yang digunakan pada perancangan driver motor diberikan catu daya 12 V. Apabila motor DC diberikan kecepatan maksimal(PWM=255) saat tanpa beban, maka arus keluaran yang dibutuhkan motor DC adalah 0,196 A. Sedangkan saat robot dalam kondisi robot berjalan atau berbeban, maka arus keluaran yang dibutuhkan motor DC adalah 0,235 A. Sehingga motor DC yang digunakan memenuhi dalam perancangan driver motor. Pada rangkaian keluaran driver motor setiap pin keluaran berada diantara dua buah dioda kemudian dirangkai secara paralel. Penggunaan dioda pada rangkaian tersebut digunakan

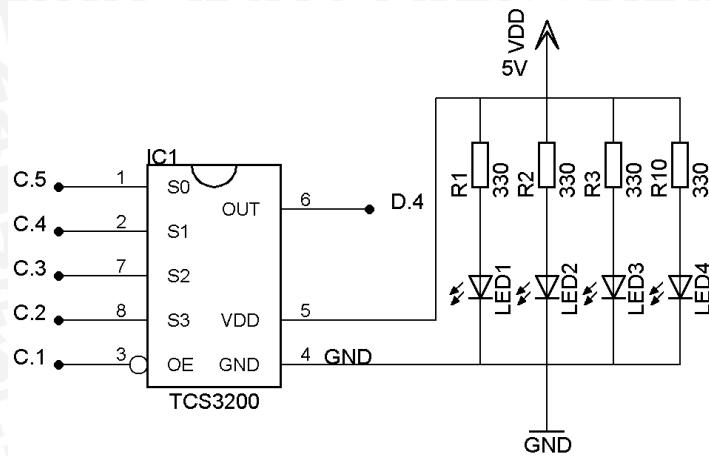
sebagai pengaman IC L298N dari arus balik yang dihasilkan oleh motor DC. Gambar rangkaian driver motor ditunjukkan dalam Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Rangkaian driver motor L298N

3.2.1.5 Perancangan Rangkaian Sensor Warna

Rangkaian sensor warna digunakan untuk mendeteksi warna lintasan. IC TCS3200 merupakan komponen utama rangkaian sensor warna. IC tersebut memiliki pin-pin yang dapat digunakan untuk mengatur frekuensi keluaran dengan memberikan logika keluaran pada pin-pin tersebut. Pin S0 dan S1 digunakan untuk memilih skala frekuensi. Pin S2 dan S3 digunakan untuk memilih tipe fotodioda. Pada perancangan ini digunakan skala frekuensi 100% dengan memberikan keluaran logika *high* pada pin S0 dan S1. Tipe fotodioda yang digunakan adalah fotodioda *red*, *blue*, dan *clear*. Pin OE digunakan untuk mengaktifkan pin out dengan memberi masukan logika *low*. Frekuensi keluaran yang dihasilkan sensor warna dapat diketahui melalui pin out. Sensor warna ini memiliki 4 LED yang masing-masing dirangkai seri resistor 330 ohm. Kemudian keempat rangkaian LED tersebut dirangkai secara paralel dan diberi sumber tegangan 5V. Gambar rangkaian sensor warna ditunjukkan dalam Gambar 3.7.

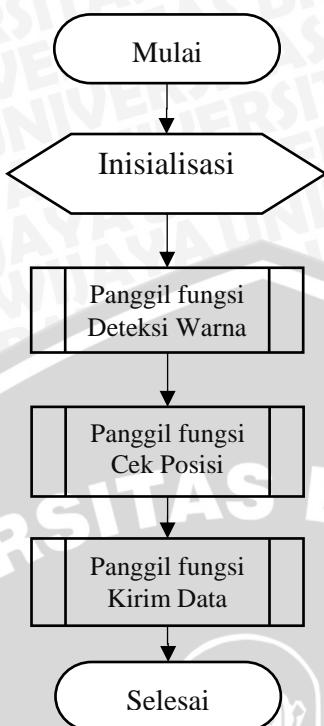


Gambar 3.7 Gambar rangkaian sensor warna

3.2.2 Perancangan dan Pembuatan Perangkat Lunak (*Software*)

3.2.2.1 Perancangan Algoritma Program Utama

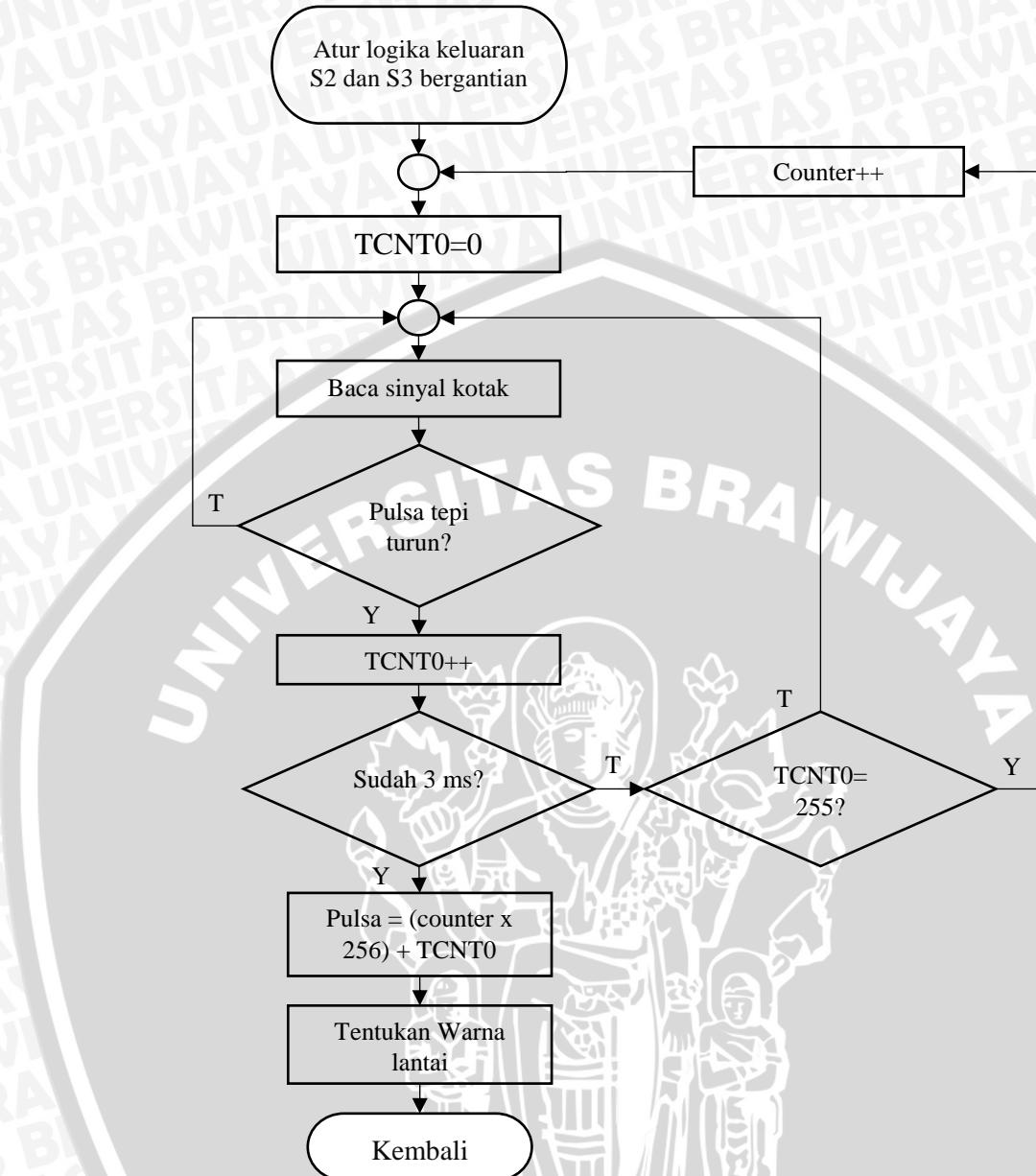
Perancangan rutin utama bertujuan untuk mengatur urutan kerja perangkat keras dalam memonitor posisi robot yang diwujudkan melalui algoritma. Tahap awal saat program dijalankan adalah inisialisasi seluruh variabel, definisi port, dan definisi konstanta. Selanjutnya memanggil sub program deteksi warna untuk melakukan pembacaan warna secara bergantian dengan mengatur logika masukan pada pin selektor tipe fotodiода sensor warna. Mikrokontroler akan menghitung jumlah pulsa pada keluaran pin out sensor warna dalam periode waktu yang direncanakan. Kemudian mikrokontroler menentukan warna lantai di lintasan berdasarkan jumlah pulsa yang dibaca oleh tiga tipe fotodioda, yaitu fotodioda *red*, *blue*, dan *clear*. Setelah warna lantai lintasan telah ditentukan, maka dilanjutkan dengan memanggil sub program cek posisi. Pulsa yang dihasilkan sensor *rotary encoder* digunakan mikrokontroler untuk melakukan perhitungan jarak tempuh dan sudut. Posisi robot pada blok ditentukan pada warna yang dideteksi dan jarak tempuh robot telah mencapai batas jarak tempuh. Robot akan berputar 90 derajat ke kanan saat perpindahan warna lantai dan jarak robot telah mencapai batas jarak tempuh. Setelah mendapatkan posisi robot, selanjutnya memanggil sub program kirim data. Posisi robot akan dikirim dalam bentuk paket data dan dikirimkan menggunakan modul *bluetooth* pada program visual di komputer. Diagram alir program utama ditunjukkan dalam Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Diagram alir program utama

3.2.2.2 Perancangan Algoritma Deteksi warna

Sub program deteksi warna berfungsi untuk menentukan warna lantai dengan menghitung jumlah tepi turun pulsa pada frekuensi keluaran sensor warna. Dalam menentukan warna, logika masukan pin S2 dan S3 diatur untuk mengaktifkan tipe fotodiode *red*, *blue*, dan *clear*. Ketiga fotodioda tersebut melakukan pembacaan warna secara bergantian. TCNT0 memiliki nilai masukan awal 0. Pembacaan sinyal kotak keluaran sensor warna dilakukan dengan menggunakan Timer 0. Kemudian TCNT0 akan bertambah ketika Timer 0 menghitung jumlah tepi turun pulsa. Jika nilai TCNT0 telah melebihi 255, maka nilai counter bertambah. Timer 0 akan berhenti melakukan penghitungan setelah 3 ms. Nilai pulsa yang dihitung selama 3 ms merupakan nilai counter dikalikan 256 kemudian ditambahkan nilai TCNT0. Setiap warna lantai memiliki perbedaan nilai pulsa yang digunakan untuk menentukan warna lantai. Gambar diagram alir program deteksi warna ditunjukkan dalam Gambar 3.9.

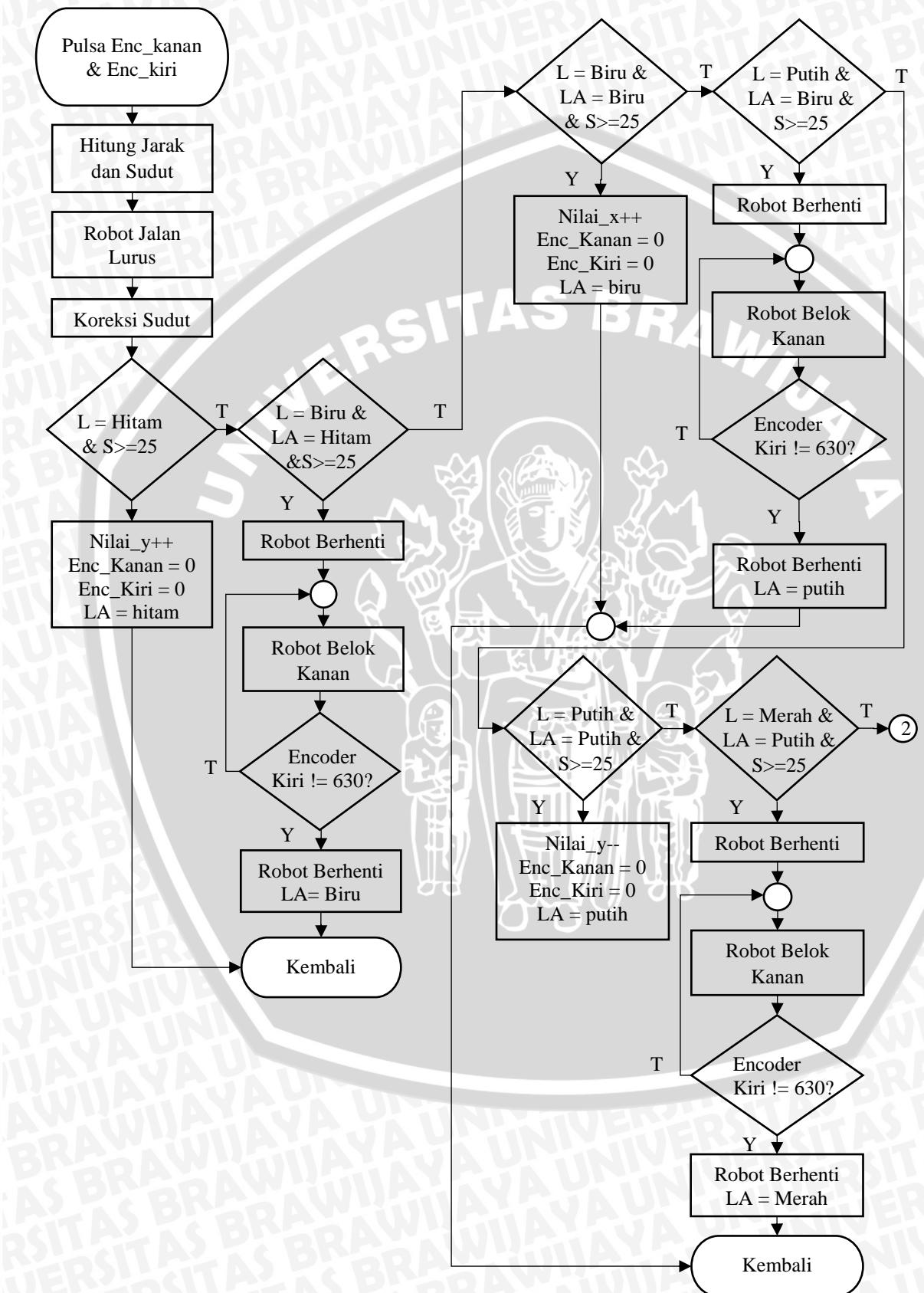


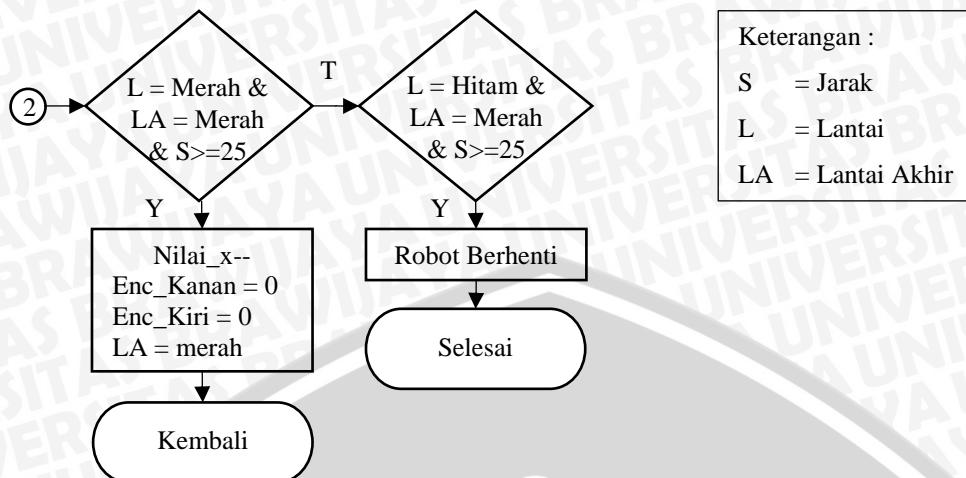
Gambar 3.9 Diagram alir program deteksi warna

3.2.2.3 Perancangan Algoritma Program Cek Posisi

Sub program cek posisi berfungsi untuk menentukan posisi robot di lintasan berdasarkan jarak tempuh robot dan warna lantai yang dideteksi. Robot mulai berjalan dari blok posisi 0,0 yang memiliki warna hitam. Kemudian sensor *rotary encoder* akan menghasilkan pulsa saat robot sedang berjalan. Pulsa yang dihasilkan sensor *rotary encoder* digunakan mikrokontroler untuk melakukan perhitungan jarak tempuh dan sudut. Perhitungan sudut digunakan untuk melakukan koreksi sudut agar dapat membantu pergerakan robot saat berjalan lurus di lintasan. Jika jarak tempuh robot telah mencapai batas jarak tempuh dan warna lantai telah dideteksi, maka posisi robot pada blok dapat ditentukan. Robot akan

berputar 90 derajat ke kanan saat perpindahan warna lantai dan jarak robot telah mencapai batas jarak tempuh. Diagram alir program cek posisi ditunjukkan dalam Gambar 3.10.

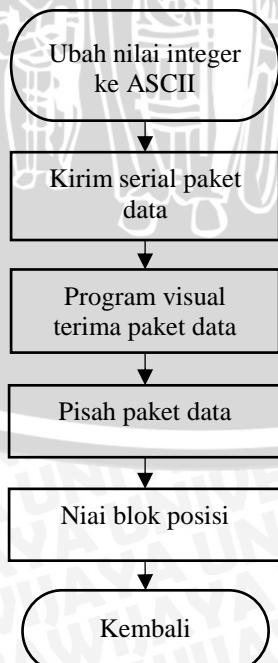




Gambar 3.10 Diagram alir program cek posisi

3.2.2.4 Perancangan Algoritma Program Kirim Data

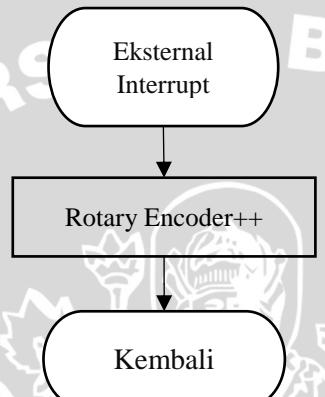
Sub program kirim data berfungsi untuk mengirimkan paket data dari mikrokontroler pada program visual di komputer. Mikrokontroler mengolah keluaran sensor *rotary encoder* dan sensor warna menjadi paket data blok posisi robot. Paket data blok posisi robot yang awalnya tipe data integer diubah ke ASCII agar dapat diolah pada program visual. Mikrokontroler mengirimkan paket data blok posisi menggunakan komunikasi serial UART pada modul *bluetooth*. Program visual menerima paket data kemudian paket data tersebut dipisahkan menjadi nilai blok posisi x dan nilai blok posisi robot y. Diagram alir program kirim data ditunjukkan dalam Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Diagram alir program kirim data

3.2.2.5 Perancangan Algoritma Program Sensor *Rotary Encoder*

Sub program sensor *rotary encoder* berfungsi untuk menghitung pulsa dari sensor *rotary encoder* kanan dan sensor *rotary encoder* kiri. Mikrokontroler ATmega 8 memiliki dua buah interupsi eksternal, yaitu INT0 dan INT1. INT0 digunakan untuk menghitung pulsa sensor *rotary encoder* kanan dan INT1 digunakan untuk menghitung pulsa sensor *rotary encoder* kiri. Sensor *rotary encoder* menghasilkan pulsa saat mendeteksi putaran. Pulsa tersebut akan dihitung interupsi eksternal dengan menghitung jumlah transisi tepi turun pada pulsa. Diagram alir program sensor *rotary encoder* ditunjukkan dalam Gambar 3.12.



Gambar 3.12 Diagram alir program sensor *rotary encoder*

3.2.2.6 Perancangan Format Paket Data

Perancangan format paket data berfungsi agar format paket data yang dikirim sistem pengirim data dapat dikenali pada sistem penerima data. Data yang dikirim berbentuk string yang tersusun atas beberapa karakter. Setiap paket data memiliki kapasitas 4 byte. Format paket data ditunjukkan dalam Gambar 3.13.

Tanda Awal Data (1 byte)	Blok Posisi X (1 byte)	Blok Posisi Y (1 byte)	Tanda Akhir Data (1 byte)
[-	-]

Gambar 3.13 Format paket data

- Tanda Awal Data : berfungsi sebagai penanda awal dari proses pengiriman data.
- Blok Posisi X : berfungsi untuk menyatakan nilai blok posisi x.
- Blok Posisi Y : berfungsi untuk menyatakan nilai blok posisi y.
- Tanda Akhir Data : berfungsi sebagai penanda akhir dari proses pengiriman data.



3.3 Pengujian Alat

Untuk menganalisis kinerja alat maka perlu dilakukan pengujian alat. Pengujian alat dilakukan pada setiap bagian blok diagram untuk mengetahui apakah perancangan telah sesuai dengan yang direncanakan. Pengujian yang dilakukan meliputi :

3.3.1 Pengujian Rangkaian Sensor *Rotary Encoder*

- **Tujuan**

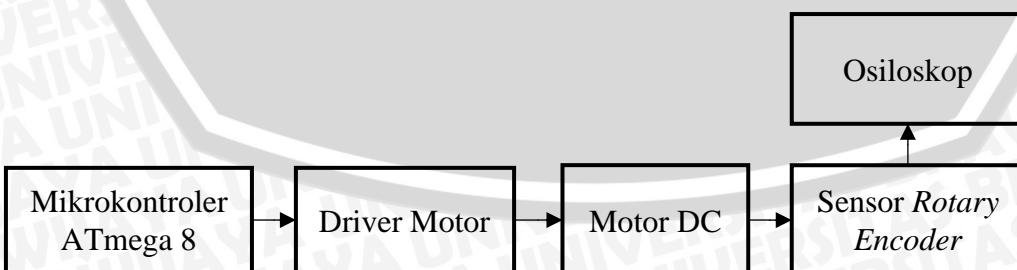
Untuk mengetahui sensor *rotary encoder* dapat menghasilkan pulsa yang digunakan sebagai pendekripsi jumlah putaran.

- **Alat yang Digunakan**

- a. Catu daya 12 V dan catu daya 5 V
- b. Sensor *rotary encoder*
- c. Osiloskop tektronix TDS – 1012B
- d. Mikrokontroler ATmega 8
- e. Rangkaian driver motor L298N
- f. Motor DC

- **Prosedur Pengujian**

Prosedur pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan pin encoder A dan pin encoder B pada channel 1 dan channel 2 osiloskop tektronix TDS – 1012B. Kemudian mikrokontroler ATmega 8 memberikan sinyal PWM pada pin enable driver motor untuk memutar motor DC. Selama motor DC berputar, sinyal keluaran sensor *rotary encoder* dapat diamati menggunakan osiloskop. Pada pengujian ini digunakan driver motor dan motor DC agar sinyal keluaran sensor *rotary encoder* tetap konstan. Gambar diagram blok pengujian sensor *rotary encoder* ditunjukkan dalam Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Diagram blok pengujian sensor *rotary encoder*

3.3.2 Pengujian Rangkaian Sensor Warna

- **Tujuan**

Untuk mengetahui frekuensi keluaran sensor warna terhadap warna lantai di lintasan.

Alat yang Digunakan

- Catu daya 5V
- Osiloskop tektronix TDS – 1012B
- Mikrokontroler ATmega 8
- Rangkaian sensor warna

- **Prosedur Pengujian**

Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan pin out rangkaian sensor warna pada channel 1 osiloskop. Kemudian melakukan pembacaan warna dengan jarak 2 cm pada setiap warna lantai di lintasan menggunakan 3 tipe fotodiode secara bergantian. Ketiga tipe fotodiode tersebut adalah fotodiode *red*, *blue*, dan *clear*. Untuk melihat nilai frekuensi keluaran sensor warna dapat dilihat melalui osiloskop tektronix TDS – 1012B. Gambar diagram blok pengujian sensor warna ditunjukkan dalam Gambar 3.15.



Gambar 3.15 Diagram blok pengujian sensor warna

3.3.3 Pengujian Rangkaian Driver Motor L298N

- **Tujuan**

Untuk mengetahui respon dari rangkaian driver motor L298N dengan membandingkan *duty cycle* keluaran pada motor DC terhadap *duty cycle* masukan PWM dari mikrokontroler.

- **Alat yang Digunakan**

- Catu daya 12 V dan catu daya 5 V
- Osiloskop tektronix TDS – 1012B
- Mikrokontroler ATmega 8
- Rangkaian driver motor L298N

- **Prosedur Pengujian**

Prosedur pengujian ini dilakukan dengan memberikan *duty cycle* masukan berupa sinyal PWM dari mikrokontroler pada pin enable driver motor. Kemudian menghubungkan pin logika *high* motor DC pada channel 1 osiloskop tektronix TDS - 1012B untuk melihat



sinyal keluaran driver motor. Gambar diagram blok pengujian rangkaian driver motor L298N ditunjukkan dalam Gambar 3.16.



Gambar 3.16 Diagram blok pengujian rangkaian driver motor L298N

3.3.4 Pengujian Transmisi Data

- Tujuan**

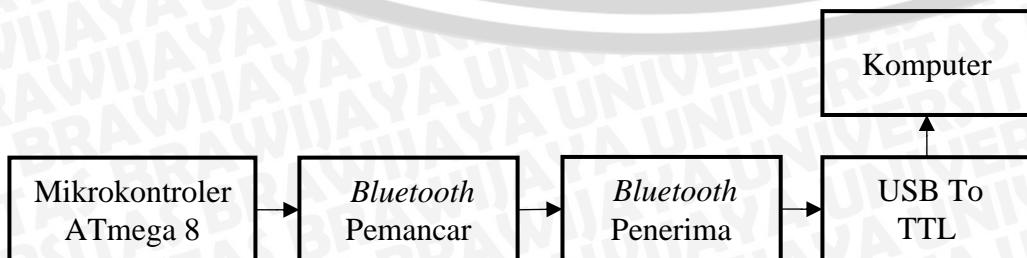
Untuk mengetahui keberhasilan transmisi data dengan menggunakan komunikasi serial UART dan jarak jangkau maksimal transmisi data pada modul *bluetooth*.

- Alat yang Digunakan**

- Catu daya 5V
- Mikrokontroler ATmega 8
- Dua buah modul *bluetooth* HC-05
- Modul USB to TTL
- Komputer

- Prosedur Pengujian**

Prosedur Pengujian ini dilakukan dengan menghubungkan pin Tx mikrokontroler ATMega 8 pada pin Rx pada *bluetooth* pemancar dan pin Rx *bluetooth* penerima dihubungkan pada pin Tx USB to TTL. Mikrokontroler mengirimkan data dengan menggunakan komunikasi serial UART pada *bluetooth* pemancar. Data yang dikirim berupa karakter dengan tulisan “Pengujian Transmisi Data Bluetooth”. Baudrate yang digunakan untuk pengiriman data adalah 38400 bps. Modul *bluetooth* penerima menerima karakter dan modul USB to TTL digunakan untuk menjembatani antara modul *bluetooth* penerima dan komputer untuk pengiriman data. Untuk melihat karakter yang dikirim mikrokontroler dapat dilihat melalui serial monitor program visual di komputer. Gambar diagram blok pengujian transmisi data ditunjukkan dalam Gambar 3.17.



Gambar 3.17 Diagram blok pengujian transmisi data

3.3.5 Pengujian Jarak Tempuh Robot

- **Tujuan**

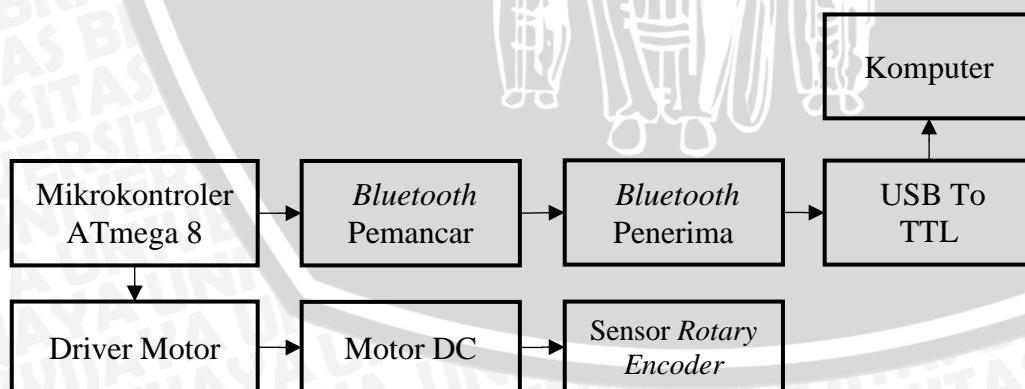
untuk mengetahui keberhasilan sensor *rotary encoder* dapat menghasilkan pulsa untuk menentukan jarak tempuh robot dengan membandingkan jarak aktual.

- **Alat yang Digunakan**

- Catu daya 12V dan catu daya 5V
- Rangkaian driver motor L298N
- Dua buah motor DC dan sensor rotary encoder
- Mikrokontroler ATmega 8
- Dua buah modul *bluetooth* HC-05
- Modul USB to TTL
- Komputer

- **Prosedur Pengujian**

Prosedur pengujian ini dilakukan dengan memberikan PWM dari mikrokontroler pada pin enable rangkaian driver motor untuk memutar dua buah motor DC agar kedua *sensor rotary encoder* dapat . Robot akan berjalan lurus dan mikrokontroler ATmega 8 menghitung jarak tempuh robot dari pulsa yang dihasilkan sensor *rotary encoder*. Kemudian robot berhenti saat jarak roda kanan atau jarak roda kiri telah mencapai jarak aktual yang ditentukan. Mikrokontroler ATmega 8 mengirimkan data jarak tempuh robot pada serial monitor program visual di komputer dengan menggunakan modul *bluetooth*. Gambar diagram blok pengujian jarak tempuh robot ditunjukkan dalam Gambar 3.18.



Gambar 3.18 Diagram blok pengujian jarak tempuh robot

3.3.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

- **Tujuan**

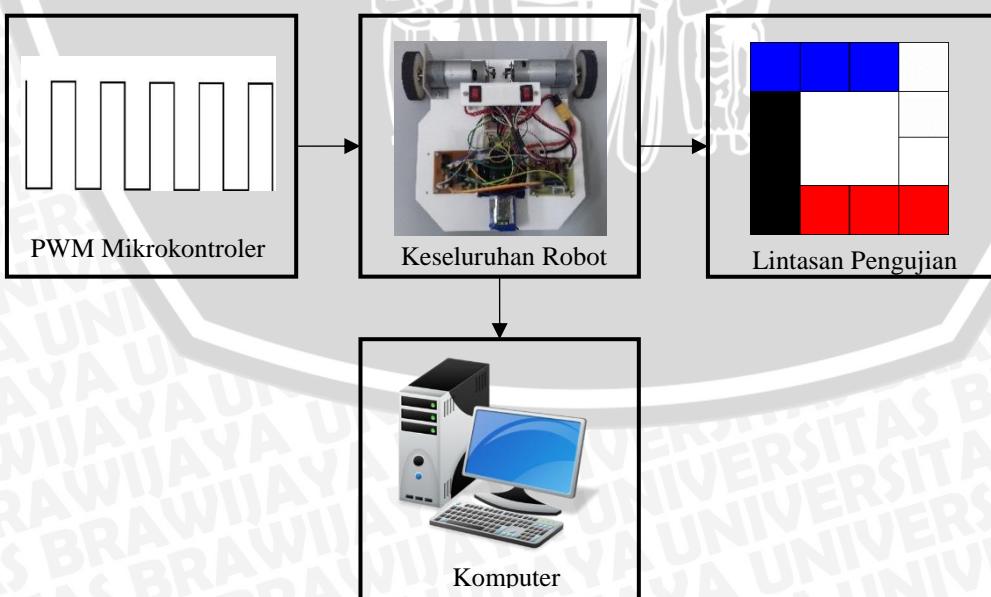
Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah setiap blok yang telah diuji dapat dirangkai menjadi sistem yang utuh dan dapat bekerja sesuai dengan perencanaan serta dapat memonitor posisi robot di lintasan.

- **Alat yang Digunakan**

- a. Catu daya 12V dan catu daya 5V
- b. Keseluruhan sistem robot (keseluruhan blok yang telah diuji)
- c. Lintasan pengujian
- d. Komputer

- **Prosedur Pengujian**

Pengujian dilakukan dengan menjalankan robot pada lintasan yang terdiri dari blok-blok yang berbentuk persegi serta memiliki warna merah, biru, hitam, dan putih. Setiap blok di lintasan memiliki nilai x dan nilai y. Robot mulai berjalan dari blok berwarna hitam yang memiliki nilai 0,0 dan menjelajahi semua blok lintasan sampai berhenti kembali di blok 0,0. Selama robot menjelajahi semua blok lintasan, robot mengirimkan paket data blok posisi agar posisi robot dapat dimonitor pada program visual di komputer. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan nilai PWM yang berbeda untuk mengetahui pengaruh kecepatan pergerakan robot terhadap posisi robot di blok lintasan. Gambar diagram blok pengujian keseluruhan sistem ditunjukkan dalam Gambar 3.19.



Gambar 3.19 Diagram blok pengujian keseluruhan sistem



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

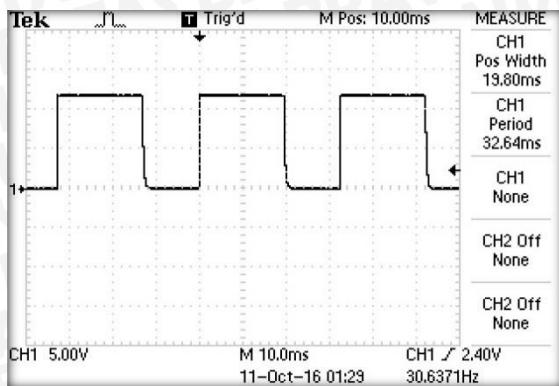
Setelah melakukan perancangan dan metode penelitian langkah selanjutnya adalah pembahasan hasil pengujian yang bertujuan untuk menganalisis alat yang telah dirancang dan diimplementasikan telah berkerja sesuai dengan perancangan yang diharapkan. Pengujian dilakukan tiap-tiap blok dengan tujuan untuk mengamati apakah tiap blok sistem sudah sesuai dengan perancangan, kemudian dilanjutkan dengan pengujian secara keseluruhan sistem. Adapun pengujian yang perlu dilakukan sebagai berikut :

1. Pengujian Rangkaian Sensor *Rotary Encoder*
2. Pengujian Rangkaian Driver Motor
3. Pengujian Rangkaian Sensor Warna
4. Pengujian Transmisi Data
5. Pengujian Jarak Tempuh Robot
6. Pengujian Keseluruhan sistem

4.1 Pengujian Rangkaian Driver Motor L298N

Pengujian rangkaian driver motor L298N dilakukan dengan memberikan *duty cycle* masukan berupa sinyal PWM dari mikrokontroler pada pin enable rangkaian driver motor. *Duty cycle* masukan yang diuji adalah *duty cycle* masukan 0% sampai 100% dengan kenaikan 10%. Osiloskop tektronix TDS – 1012B digunakan untuk mengamati lama waktu saat pulsa *high* (*pos width*) dan periode sinyal (*period time*) pada pin keluaran logika *high* driver motor. Gambar sinyal keluaran driver motor dengan *duty cycle* masukan 60% pada osiloskop ditunjukkan dalam Gambar 4.1.





Gambar 4.1 Sinyal keluaran driver motor dengan *duty cycle* masukan 60%

Dari waktu *pos width* dan waktu *period time* yang telah diketahui, maka nilai *duty cycle* keluaran dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 4-1 :

$$\text{Duty cycle keluaran (\%)} = \frac{\text{Pos Width}}{\text{Period time}} \times 100 \dots\dots\dots(4-1)$$

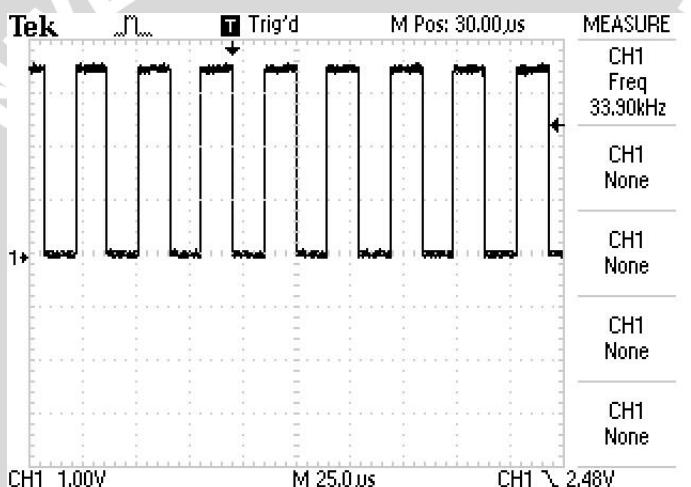
Tabel 4.1 Pengujian *duty cycle* keluaran driver motor terhadap *duty cycle* masukan

Duty Cycle Masukan (%)	Pos Width (ms)	Duty Cycle Keluaran (%)	Kesalahan (%)
10	3,4	10,49	0,49
20	6,7	20,68	0,68
30	9,9	30,56	0,56
40	13,2	40,74	0,74
50	16,4	50,62	0,62
60	19,8	61,11	1,11
70	23	70,99	0,99
80	26,3	81,17	1,17
90	29,5	91,05	1,05
100	32,4	100,00	0,00
Kesalahan rata-rata			0,74

Berdasarkan Tabel 4.1 dapat diketahui bahwa pada pengujian sebanyak 3 kali memiliki kesalahan paling besar adalah 1,17% dan kesalahan rata-rata dari seluruh pengujian adalah 0,74%. Dari persentase kesalahan rata-rata 0,74% menunjukkan bahwa rangkaian driver motor L298N dapat bekerja dengan baik saat menerima sinyal PWM dari mikrokontroler.

4.2 Pengujian Rangkaian Sensor Warna

Pengujian rangkaian sensor warna dilakukan dengan menghubungkan pin out rangkaian sensor warna pada channel 1 osiloskop tektronix TDS – 1012B. Kemudian melakukan pembacaan warna dengan jarak 2 cm pada setiap warna lantai di lintasan menggunakan 3 tipe fotodioda secara bergantian. Ketiga tipe fotodioda tersebut adalah fotodioda *red*, *blue*, dan *clear*. Osiloskop digunakan untuk mengamati sinyal keluaran dan frekuensi keluaran dari pembacaan warna lantai yang dilakukan oleh sensor warna. Gambar 4.2 menunjukkan frekuensi keluaran pada pembacaan warna lantai warna merah menggunakan tipe fotodioda merah. Sinyal keluaran rangkaian sensor warna berupa sinyal kotak yang terdiri dari pulsa-pulsa dalam periode waktu.



Gambar 4.2 Frekuensi keluaran pada lantai warna merah menggunakan tipe fotodioda *red*

Hasil pengujian frekuensi keluaran rangkaian sensor warna dengan menggunakan fotodioda *red*, *blue*, dan *clear* pada setiap warna lantai ditunjukkan dalam Tabel 4.2.

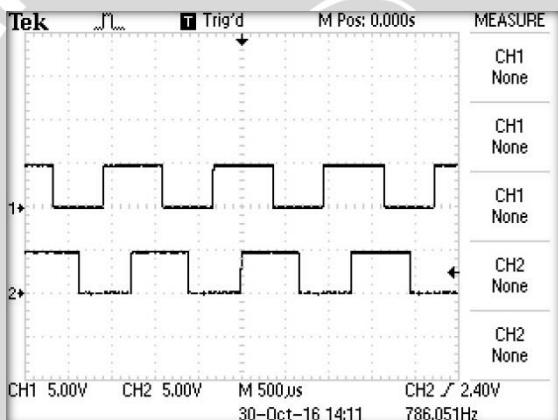
Tabel 4.2 Frekuensi keluaran rangkaian sensor warna terhadap warna lantai di lintasan

Warna Lantai	Frekuensi Keluaran Sensor		
	<i>Red</i> (Khz)	<i>Blue</i> (Khz)	<i>Clear</i> (Khz)
Merah	33,91	18,61	62,59
Biru	11,12	33,32	65,34
Hitam	13,47	15,37	52,74
Putih	73,92	92,56	231,9

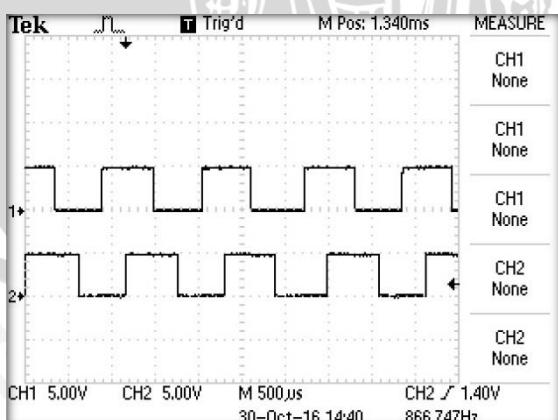
Pada Tabel 4.2 menunjukkan frekuensi keluaran sensor warna terhadap warna lantai dengan menggunakan fotodioda *red*, *blue*, dan *clear* dalam 10 kali pengujian memiliki perbedaan nilai frekuensi keluaran sensor warna pada setiap warna lantai. Perbedaan nilai frekuensi tersebut dimasukkan mikrokontroler untuk membedakan warna lantai di lintasan.

4.3 Pengujian Rangkaian Sensor *Rotary Encoder*

Pengujian sensor *rotary encoder* dilakukan dengan menghubungkan pin encoder A dan pin encoder B pada channel 1 dan channel 2 osiloskop tektronix TDS – 1012B. Kemudian mikrokontroler ATmega 8 memberikan sinyal PWM pada pin enable driver motor untuk memutar motor DC. Selama motor DC berputar, sinyal keluaran rangkaian sensor *rotary encoder* dapat diamati menggunakan osiloskop.



Gambar 4.3 Sinyal keluaran sensor *rotary encoder* kanan

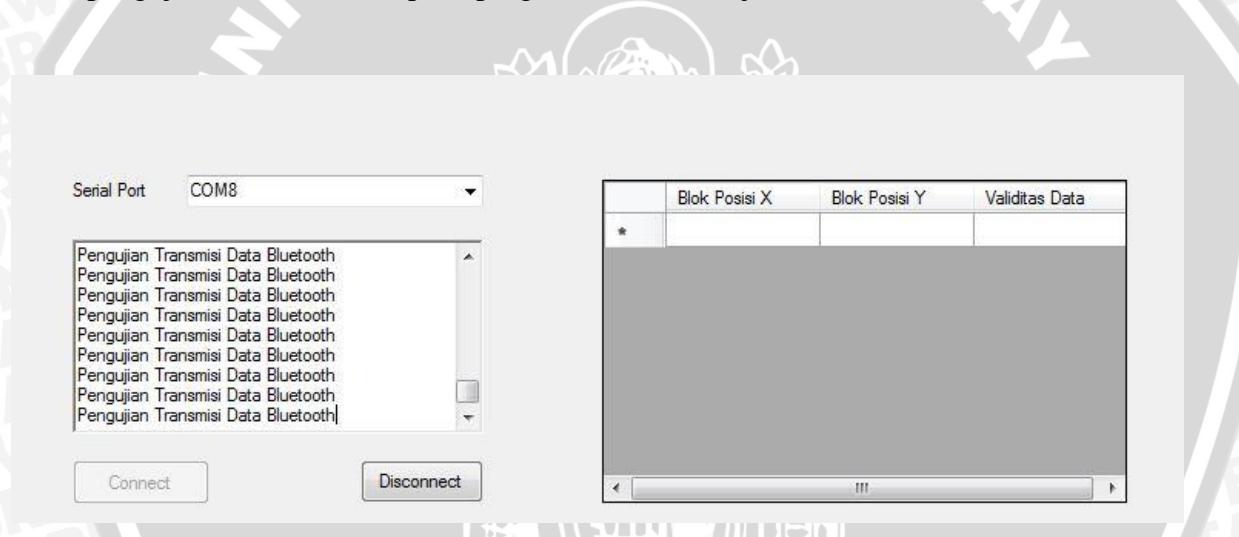


Gambar 4.4 Sinyal keluaran sensor *rotary encoder* kiri

Gambar 4.3 dan Gambar 4.4 menunjukkan sinyal keluaran pada rangkaian sensor *rotary encoder* kanan dan rangkaian sensor *rotary encoder* kiri. Channel 1 merupakan sinyal keluaran pada pin encoder A dan channel 2 merupakan sinyal keluaran pada pin encoder B. Dari Hasil pengujian sebanyak 3 kali menunjukkan bahwa rangkaian sensor *rotary encoder* dapat bekerja dengan baik dan mampu mendeteksi putaran dengan menghasilkan pulsa.

4.4 Pengujian Transmisi Data

Pengujian transmisi data dilakukan dengan mengirimkan data berupa karakter dengan tulisan “Pengujian Transmisi Data Bluetooth”. Mikrokontroler mengirimkan karakter dengan menggunakan komunikasi serial UART pada modul *bluetooth* pemancar. Modul *bluetooth* penerima menerima karakter dan ditampilkan pada program visual di komputer. Hasil pengujian transmisi data pada program visual ditunjukkan dalam Gambar 4.5.



Gambar 4.5 Hasil Pengujian transmisi data pada program visual

Untuk mengetahui jarak jangkau maksimal modul *bluetooth*, maka dilakukan jarak jangkau transmisi data antara modul *bluetooth* pemancar dan modul *bluetooth* penerima. Jarak jangkau yang diuji adalah jarak 1 sampai 17 m dengan kenaikan jarak setiap 1 m. Hasil pengujian jarak jangkau transmisi data menggunakan modul *bluetooth* ditunjukkan dalam Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian jarak jangkau transmisi data menggunakan modul *bluetooth*

Jarak (m)	Keterangan
1-8	Karakter Terbaca
9	Karakter Terbaca
10	Karakter Terbaca
11	Karakter Terbaca
12	Karakter Terbaca
13	Karakter Terbaca
14	Karakter Terbaca
15	Karakter Terbaca
16	Karakter Tidak Terbaca
17	Karakter Tidak Terbaca

Pada Tabel 4.3 menunjukkan hasil pengujian transmisi data sebanyak 3 kali terhadap jarak jangkau *bluetooth*. Pada jarak antara 1 sampai 15 m karakter dapat terbaca pada serial monitor program visual, sedangkan pada jarak 16 m dan 17 m karakter tidak terbaca pada serial monitor program visual. Panjang dan lebar lintasan robot yang digunakan dalam pengujian adalah 1,4 m x 1,4 m. Oleh karena itu, modul *bluetooth* dapat digunakan untuk transmisi data dari robot ke serial monitor program visual.

4.5 Pengujian Jarak Tempuh Robot

Pengujian jarak tempuh robot dilakukan dengan memutar kedua motor DC agar kedua sensor *rotaty encoder* dapat menghasilkan pulsa. Mikrokontroler ATmega 8 melakukan perhitungan jarak roda kanan dan jarak roda kiri dari pulsa yang dihasilkan rangkaian sensor *rotary encoder* menggunakan persamaan 4.2

$$\text{Jarak tempuh roda} = 2\pi \times \text{jari - jari roda} \times \frac{\text{jumlah pulsa}}{\text{pulsa per rotasi}} \quad (4.2)$$

Dari perhitungan jarak tempuh masing-masing roda, maka jarak tempuh robot dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan 4.3.

$$\text{Jarak tempuh robot} = \frac{\text{Jarak roda kanan} + \text{jarak roda kiri}}{2} \quad (4.3)$$

Pada pengujian ini robot akan berjalan lurus dan berhenti ketika jarak tempuh roda kanan atau jarak tempuh roda kiri telah mencapai jarak aktual yang ditentukan. Kemudian mikrokontroler ATmega 8 mengirimkan data jarak tempuh robot dengan menggunakan komunikasi serial pada *bluetooth* untuk dapat ditampilkan pada serial monitor program visual. Hasil pengujian perhitungan jarak tempuh robot terhadap jarak aktual ditunjukkan dalam Tabel 4.4.



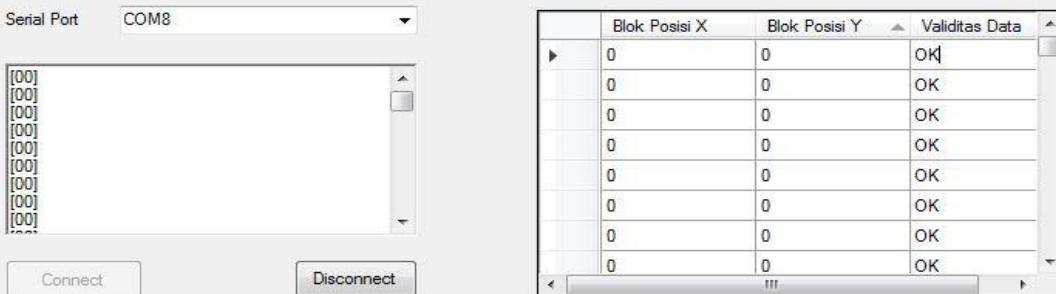
Tabel 4.4 Pengujian sensor *rotary encoder* terhadap jarak aktual

Jarak Aktual (cm)	Jumlah Pulsa <i>Rotary Encoder</i>		Perhitungan Jarak		Jarak Tempuh (cm)	Kesalahan (%)
	Kanan	Kiri	Kanan (cm)	Kiri (cm)		
15	298	293	18,194	17,889	18,041	1,01
30	526	521	32,115	31,809	31,962	0,508
45	785	779	47,928	47,562	47,745	0,407
60	1025	1019	62,581	62,215	62,398	0,305
75	1281	1279	78,212	78,090	78,151	0,081
90	1524	1523	93,048	92,987	93,018	0,033
105	1762	1758	107,579	107,335	107,457	0,116
120	2014	2011	122,965	122,782	122,874	0,076
135	2263	2256	138,168	137,741	137,955	0,158
150	2500	2497	152,638	152,455	152,547	0,061
Kesalahan rata-rata						0,27

Pada Tabel 4.4 menunjukkan hasil pengujian jarak tempuh robot terhadap jarak aktual dalam 3 kali pengujian didapatkan kesalahan paling besar 1,01% dan kesalahan rata-rata dari seluruh pengujian adalah 0,27%. Dari hasil pengujian tersebut membuktikan bahwa sensor *rotary encoder* dapat menghasilkan pulsa untuk menentukan jarak tempuh robot.

4.6 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem dilakukan dengan menjalankan robot pada lintasan yang memiliki blok warna merah, biru, hitam, dan putih. Setiap blok pada lintasan memiliki nilai blok x dan blok y. Pada pengujian ini robot mulai berjalan dari blok berwarna hitam pada blok 0,0. Kemudian robot menjelajahi semua blok lintasan sampai berhenti kembali di blok 0,0. Kecepatan pergerakan robot di lintasan diatur dengan memberikan nilai PWM 80 sampai PWM maksimal(255) untuk mengetahui pengaruh kecepatan pergerakan robot terhadap posisi robot di lintasan. Selama robot berjalan di lintasan, posisi robot di lintasan akan dimonitor pada nilai blok x dan nilai blok y di program visual. Gambar tampilan program visual saat memonitor posisi robot ditunjukkan dalam Gambar 4.6.

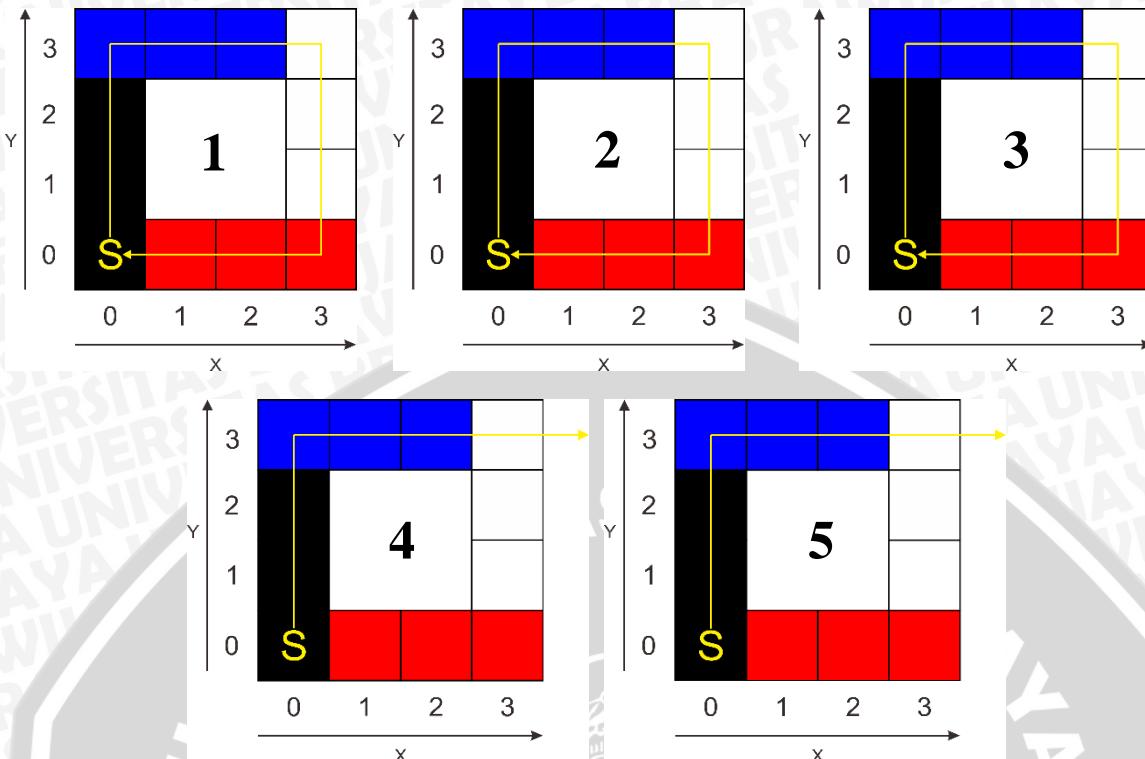


Gambar 4.6 Tampilan program visual saat memonitor posisi robot

Hasil pengujian kecepatan pergerakan robot terhadap blok posisi robot di lintasan ditunjukkan dalam Tabel 4.5 dan ilustrasi pergerakan robot saat menjelajahi blok-blok di lintasan ditunjukkan dalam Gambar 4.7.

Tabel 4.5 Hasil pengujian kecepatan pergerakan robot terhadap blok posisi robot

No	Nilai PWM	Blok posisi awal		Blok posisi akhir		Jelajah semua blok lintasan
		X	Y	X	Y	
1	80	0	0	0	0	Berhasil
2	130	0	0	0	0	Berhasil
3	180	0	0	0	0	Berhasil
4	230	0	0	3	3	Tidak Berhasil
5	255	0	0	3	3	Tidak Berhasil



Gambar 4.7 Ilustrasi pergerakan robot pada lintasan pengujian

Pada Gambar 4.6 paket data yang dikirimkan robot dapat diterima diterima serial monitor program visual di komputer. Kemudian paket data tersebut dipisahkan menjadi nilai blok posisi x dan blok posisi y. Pada tabel 4.5 didapatkan hasil 5 kali pengujian kecepatan pergerakan robot terhadap posisi robot di lintasan menunjukkan kecepatan PWM 80, 130, dan 180 memiliki blok posisi awal dan blok posisi akhir yang sama sehingga robot berhasil menjelajahi semua blok lintasan. Sedangkan robot dengan kecepatan 230 dan 255 tidak memiliki blok posisi awal dan blok posisi akhir yang sama sehingga robot tidak berhasil menjelajahi semua blok lintasan.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian dan analisis tiap bagian dan keseluruhan sistem yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor warna melakukan pembacaan warna dengan jarak 2 cm pada setiap warna lantai di lintasan menggunakan tipe fotodioda *red*, *blue*, dan *clear*. Frekuensi keluaran yang dihasilkan sensor warna tergantung pada intensitas cahaya yang diterima sensor warna pada warna lantai. Setiap warna lantai yang dibaca sensor warna memiliki perbedaan frekuensi keluaran. Perbedaan frekuensi keluaran tersebut digunakan mikrokontroler untuk membedakan warna lantai.
2. Posisi robot didapatkan dari perhitungan jarak tempuh antar blok oleh sensor *rotary encoder* pada warna blok yang telah dideteksi sensor warna. Penerapan sensor *rotary encoder* sebagai jarak tempuh robot didapatkan kesalahan paling besar 1,01% dan kesalahan rata-rata 0,27%. Hal ini dikarenakan terdapat slip pada roda dan pembulatan perhitungan.
3. Paket data blok posisi yang dikirim mikrokontroler dengan menggunakan komunikasi serial UART pada modul *bluetooth* dapat diterima dan ditampilkan pada serial monitor program visual di komputer. Paket data blok posisi tersebut dipisahkan menjadi blok posisi x dan blok posisi y pada program visual. Transmisi data dengan menggunakan modul *bluetooth* pada baudrate 38400 memiliki jarak maksimal sejauh 15 m.

5.2 Saran

Untuk pengembangan pada penelitian ini, peneliti merekomendasikan beberapa hal, antara lain :

- a) Menggunakan sensor ultrasonik pada robot agar dapat memonitor posisi robot pada lapangan KRPAI 2015.
- b) Menggunakan sensor *rotary encoder* yang memiliki jumlah pulsa setiap putaran (ppr) yang lebih banyak agar pergerakan robot lebih presisi.



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



DAFTAR PUSTAKA

- Andrianto, Heri. 2008. *Pemrograman mikrokontroler AVR Atmega16 menggunakan Bahasa C (Codevision AVR)*. Bandung : Informatika.
- Ariyandhi, Aditya. 2010. *Sistem Pengirim Data Lintasan Robot Beroda menggunakan Media Transmisi Radio Frekuensi*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- DIKTI. 2015. *Kontes Robot Pemadam Api 2015*. Jakarta : DIKTI.
- Fidra, Akhmad Tegar Fareza. 2015. *Deteksi Warna Lapangan KRSI menggunakan Kamera dan Sensor Warna untuk mencari Sudut Hadap dan Jarak*. Skripsi. Tidak dipublikasikan. Malang : Universitas Brawijaya.
- Gopalakrishnan, B. *Design and Development of an Autonomous Mobile Smart Vehicle: a Mechatronics Application*. Mechatronics. https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_robot. (diakses tanggal 21 Desember 2016).
- Harashima, Fumio. 1999. *Kinematic Correction of differential drive mobile Robot and Design for Velocity Trajectory with Acceleration Constraints on Motor Controller*. Proceeding of the 1999 IEEE/RSJ, 930-935.
- M. Gaurav. 2011. *Optically Automated Spy Robot*, ‘OASR, Gaurav Mittal and Deepansh Sehgal. Punjab Engineering College. https://en.wikipedia.org/wiki/Mobile_robot. (diakses tanggal 21 Desember 2016).
- Riyanto, Sigit. 2007. *Robotika, Sensor, dan Aktuator*. Yogyakarta : Graha Ilmu.



LAMPIRAN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



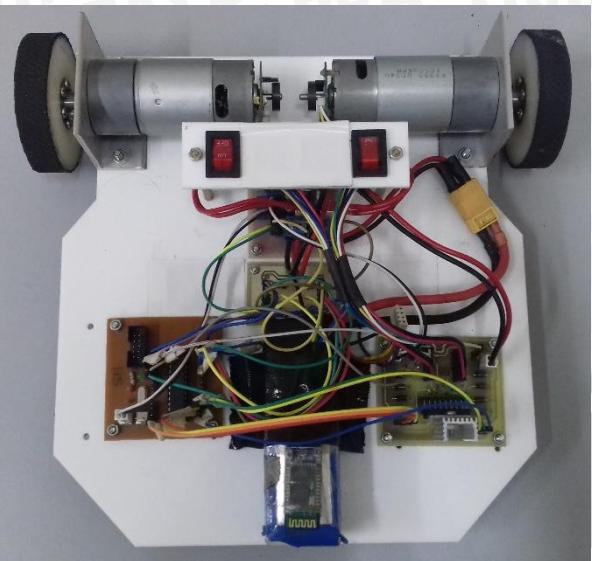
LAMPIRAN

DOKUMENTASI ALAT

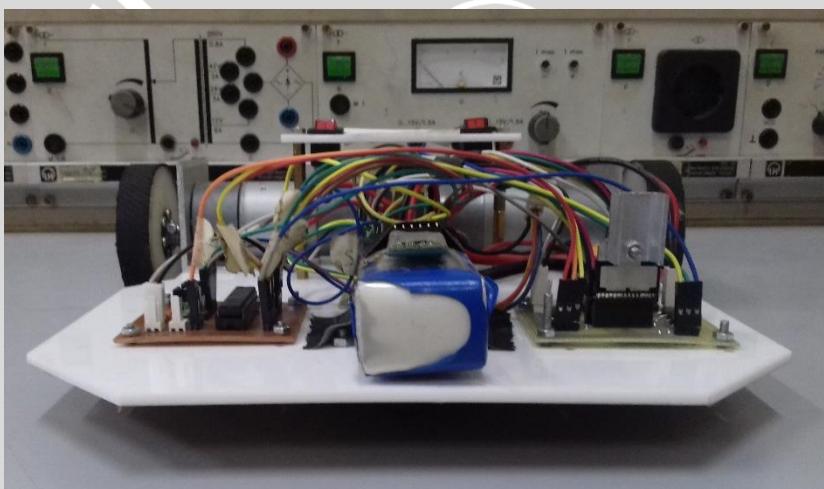


UNIVERSITAS BRAWIJAYA

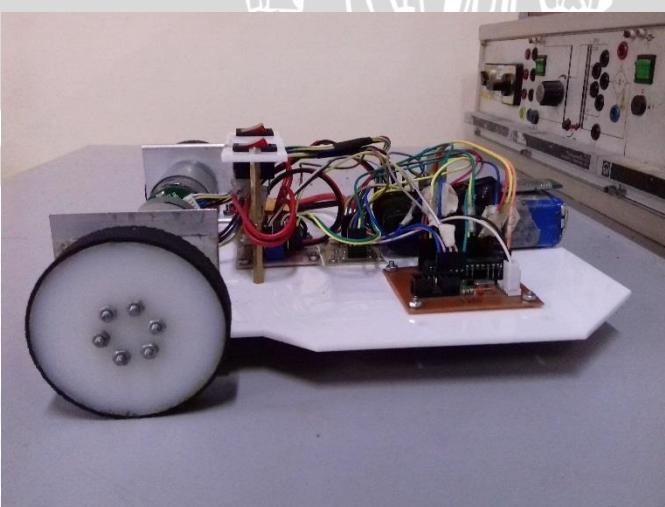




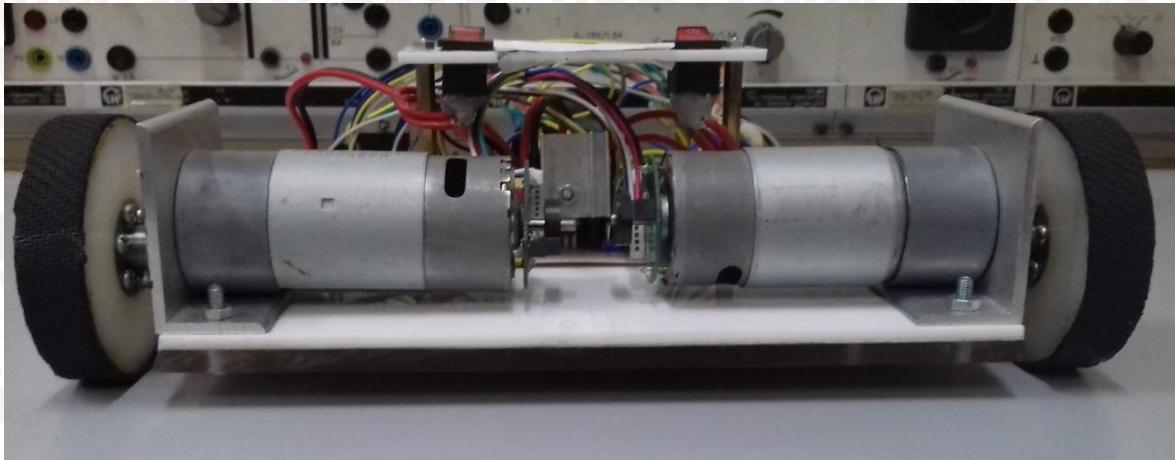
Gambar 1.1 Robot perspektif tampak atas



Gambar 1.2 Robot perspektif tampak depan



Gambar 1.3 Robot perspektif tampak samping



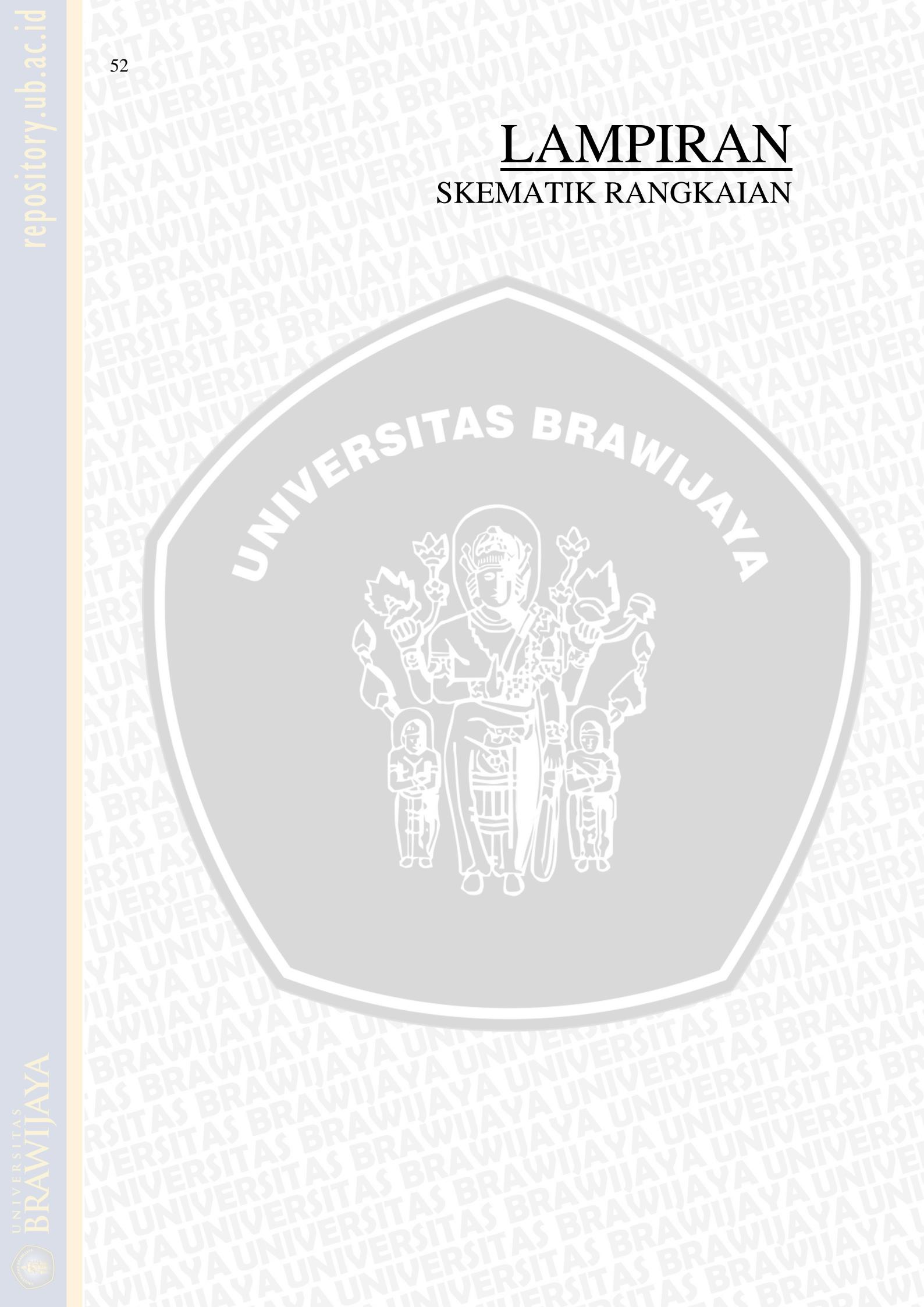
Gambar 1.4 Gambar robot perspektif belakang



Gambar 1.5 Lintasan pengujian

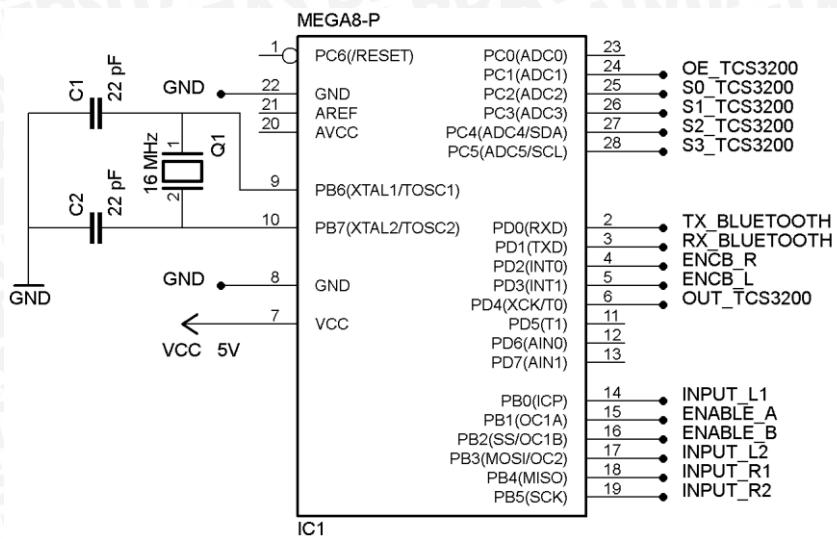
LAMPIRAN

SKEMATIK RANGKAIAN

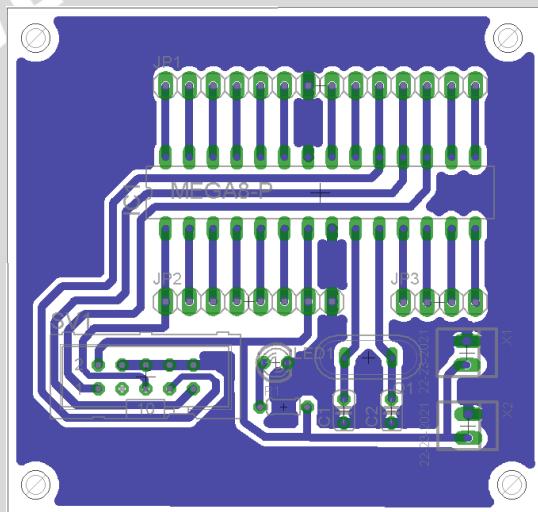


UNIVERSITAS BRAWIJAYA

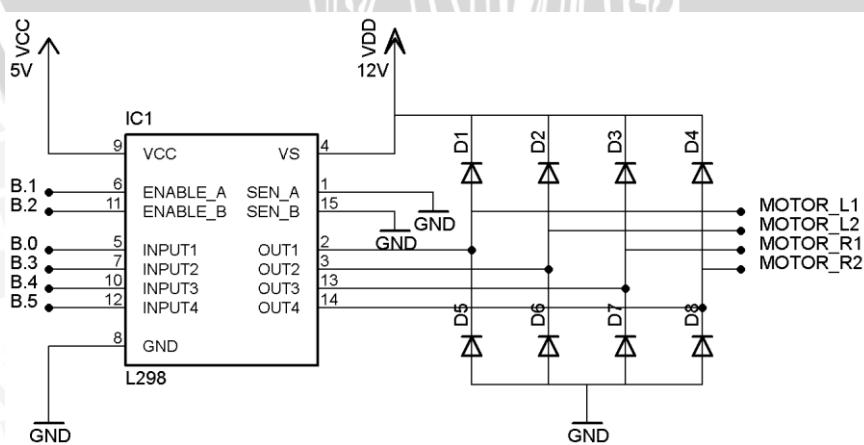




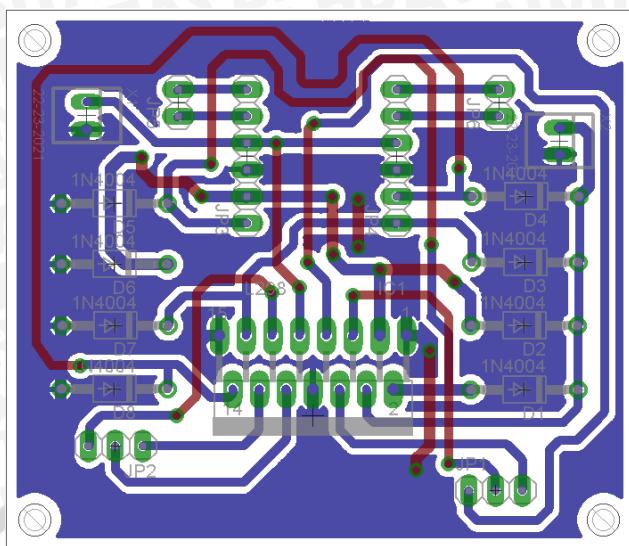
Gambar 2.1 Skematik rangkaian Mikrokontroler AT mega 8



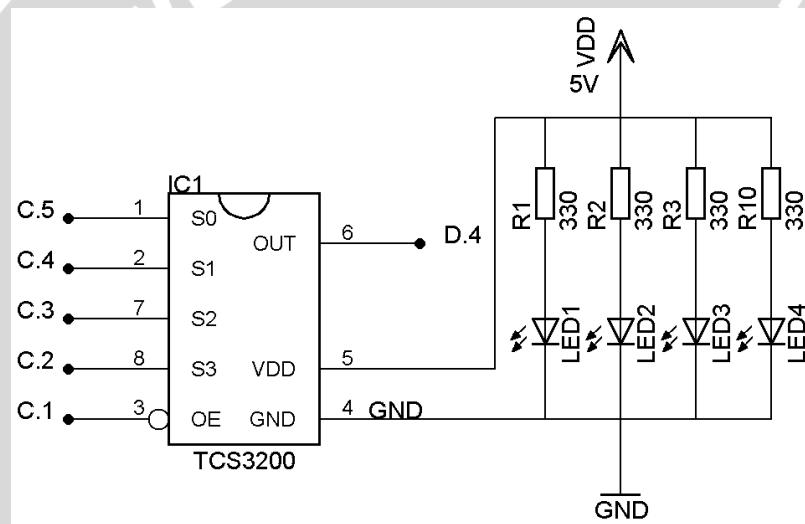
Gambar 2.2 Board rangkaian mikrokontroler ATmega 8



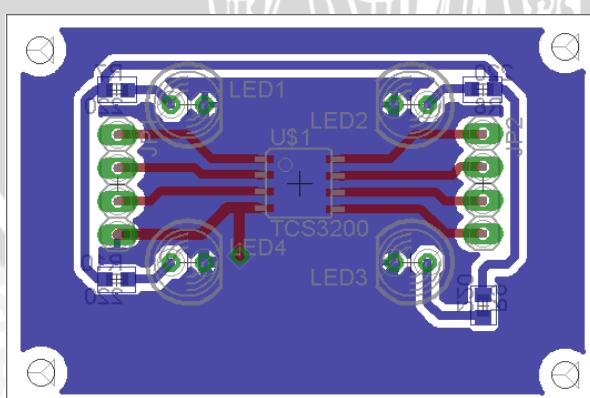
Gambar 2.3 Skematik rangkaian driver motor



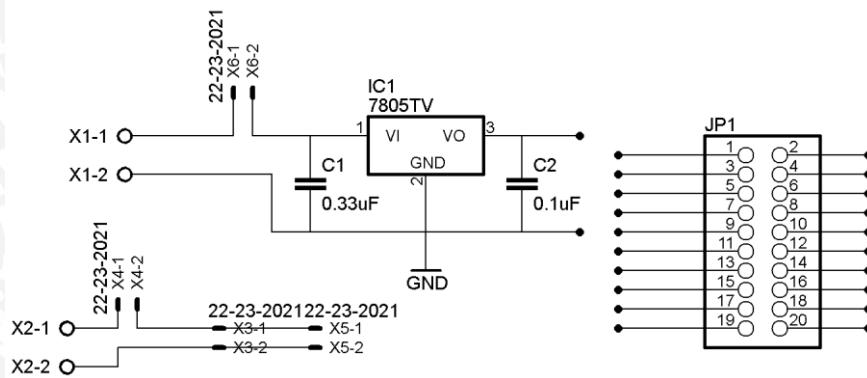
Gambar 2.4 Board rangkaian driver motor



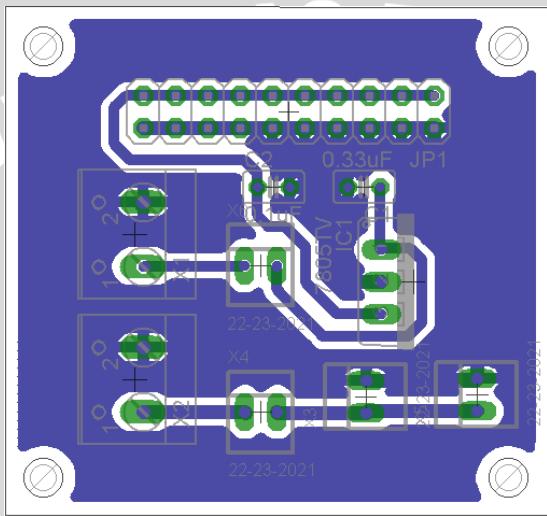
Gambar 2.5 Skematik rangkaian sensor warna



Gambar 2.6 Board rangkaian sensor warna



Gambar 2.7 Skematis rangkaian Catu daya 12 V dan Catu Daya 5 V



Gambar 2.8 Board rangkaian Catu daya 12 V dan Catu Daya 5 V

LAMPIRAN

DATA PENGUJIAN



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Pengujian Rangkaian Sensor Warna

Warna Lantai : Hitam

Data Percobaan	Frekuensi Keluaran Sensor		
	Red (KHz)	Blue (KHz)	Clear (KHz)
1	13,42	15,34	52,64
2	13,47	15,43	53,16
3	13,49	15,35	52,33
4	13,46	15,34	53,16
5	13,49	15,43	52,8
6	13,51	15,34	53,15
7	13,46	15,41	52,8
8	13,49	15,43	52,64
9	13,48	15,26	52,48
10	13,48	15,37	52,32
Rata-Rata	13,475	15,37	52,795
Standar Deviasi	0,024	0,055	0,33

Warna Lantai : Putih

Data Percobaan	Frekuensi Keluaran Sensor		
	Red (KHz)	Blue (KHz)	Clear (KHz)
1	73,79	92,51	231,9
2	73,76	92,38	232,1
3	74,09	92,76	231,5
4	73,75	92,42	232,2
5	74,06	92,66	231,8
6	74,04	92,58	231,6
7	74,11	92,68	231,9
8	73,83	92,53	232
9	74,05	92,59	231,9
10	73,81	92,5	232,1
Rata-Rata	73,929	92,561	231,9
Standar Deviasi	0,151	0,117	0,221

Warna Lantai : Merah

Data Percobaan	Frekuensi Keluaran Sensor		
	Red (KHz)	Blue (KHz)	Clear (KHz)
1	33,83	18,65	62,5
2	33,84	18,63	62,73
3	33,9	18,52	62,52
4	33,89	18,54	62,26
5	34,04	18,66	62,74
6	33,9	18,57	62,51
7	33,97	18,64	62,73
8	33,83	18,58	62,24
9	33,9	18,64	62,98
10	34,05	18,67	62,74
Rata-Rata	33,915	18,61	62,595
Standar Deviasi	0,12	0,053	0,232

Warna Lantai : Biru

Data Percobaan	Frekuensi Keluaran Sensor		
	Red (KHz)	Blue (KHz)	Clear (KHz)
1	11,12	33,34	65,32
2	11,11	33,33	65,07
3	11,12	33,2	65,58
4	11,11	33,34	65,33
5	11,13	33,33	65,05
6	11,12	33,34	65,53
7	11,11	33,4	65,57
8	11,14	33,33	65,32
9	11,12	33,34	65,58
10	11,14	33,27	65,05
Rata-Rata	11,122	33,322	65,34
Standar Deviasi	0,011	0,052	0,222



LAMPIRAN

LISTING PROGRAM



UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1. Listing Program Mikrokontroler ATmega 8

This program was produced by the
CodeWizardAVR V2.05.3 Standard
Automatic Program Generator
© Copyright 1998-2011 Pavel Haiduc, HP
InfoTech s.r.l.
<http://www.hpinfotech.com>

Project	:	Skripsi
Version	:	-
Date	:	23/09/2016
Author	:	Sofyan Andika Yusuf
Company	:	Brawijaya University
Comments	:	-

Chip type	:	ATmega8
Program type	:	Application
AVR Core Clock frequency	:	16,000000 MHz
Memory model	:	Small
External RAM size	:	0
Data Stack size	:	256

```
#include <mega8.h>
#include <delay.h>
#include <stdio.h>
```

//Definisi Port Sensor Warna

```
#define S3 PORTC.5 //Selektor tipe fotodioda
#define S2 PORTC.4 //Selektor tipe fotodioda
```

//Definisi Pin PWM Motor

```
#define PWM_Motor_Kanan OCR1A
#define PWM_Motor_Kiri OCR1B
```

//Definisi Konstanta

```
#define Jari2_Kanan 3.5
#define Jari2_Kiri 3.5
#define Jarak_Antar_Roda 24.5
#define PPR_Kanan 360
#define PPR_Kiri 360
#define hitam 0
#define putih 1
#define merah 2
#define biru 3
#define luar_lintasan 4
```

//Deklarasi Variabel

```
long int Encoder_Kanan=0, Encoder_Kiri=0;
int Count=0;
int pulse_R=0,pulse_B=0,pulse_W=0;
float Jarak_Kanan,Jarak_Kiri,Jarak;
float sudut_rad;
int lantai;
int lantai_akhir;
int nilai_x=0;
int nilai_y=0;
int sudut=0;
char blok_x[5],blok_y[5];
```

```
interrupt [TIM0_OVF] void timer0_ovf_isr(void)
{
    Count++;
}
```

// External Interrupt 0 service routine

```
interrupt [EXT_INT0] void ext_int0_isr(void)
{
    Encoder_Kiri++;
}
```



```

// External Interrupt 1 service routine
interrupt [EXT_INT1] void ext_int1_isr(void)
{
    Encoder_Kanan++;
}

void Maju_Motor_Kiri()
{
    PORTB.0=0;
    PORTB.3=1;
}

void Robot_Maju()
{
    PORTB.0=0;
    PORTB.3=1;
    PORTB.4=1;
    PORTB.5=0;
    PWM_Motor_Kiri=80;
    PWM_Motor_Kanan=80;
}

void Robot_Stop()
{
    PORTB.0=0;
    PORTB.3=0;
    PORTB.4=0;
    PORTB.5=0;
    PWM_Motor_Kiri=0;
    PWM_Motor_Kanan=0;
}

void Hitung_Jarak_dan_Sudut(void)
{
    Jarak_Kanan = (2*3.14*Jari2_Kanan*Encoder_
    Kanan) /PPR_Kanan;
    Jarak_Kiri = (2*3.14*Jari2_Kiri*Encoder_Kiri)
    /PPR_Kiri;
    Jarak = (Jarak_Kanan+Jarak_Kiri)/2;
    sudut_rad = (Jarak_Kiri-Jarak_Kanan)
    /Jarak_Antar_Roda;
    sudut=57.3248*sudut_rad;
}

void Koreksi_Sudut(void)
{
    if (sudut != 0)
    {
        if (sudut > 0)
        {
            PWM_Motor_Kiri--;
            PWM_Motor_Kanan++;
        }
        if (Encoder_Kanan==Encoder_Kiri)
        {
            PWM_Motor_Kanan=0;
            PWM_Motor_Kiri=0;
        }
    }
    else if (sudut < 0)
    {
        PWM_Motor_Kiri++;
        PWM_Motor_Kanan--;
    }
    if (Encoder_Kanan==Encoder_Kiri)
    {
        PWM_Motor_Kanan=0;
        PWM_Motor_Kiri=0;
    }
}

void read_R(void)
{
    S2=0;
    S3=0;
    delay_ms(5);
    TCCR0=0x06;
    delay_ms(3);
    TCCR0=0x00;
    pulse_R=((int)Count*256)+(int)TCNT0;
    TCNT0=0;
    Count=0;
}

```



```
delay_ms(10);  
}  
  
void read_B(void)  
{  
    S2=0;  
    S3=1;  
    delay_ms(5);  
    TCCR0=0x06;  
    delay_ms(3);  
    TCCR0=0x00;  
    pulse_B=((int)Count*256)+(int)TCNT0;  
    TCNT0=0;  
    Count=0;  
    delay_ms(10);  
}  
  
void read_W(void)  
{  
    S2=1;  
    S3=0;  
    delay_ms(5);  
    TCCR0=0x06;  
    delay_ms(3);  
    TCCR0=0x00;  
    pulse_W=((int)Count*256)+(int)TCNT0;  
    TCNT0=0;  
    Count=0;  
    delay_ms(10);  
}  
  
void Baca_Warna(void)  
{  
    read_R();  
    read_B();  
    read_W();  
}  
  
void Cek_Warna(void)  
{  
    if(pulse_W>250)  
    {  
        lantai=putih;  
    }  
    else if(pulse_B>pulse_R && pulse_W<180)  
    {  
        lantai=hitam;  
    }  
    else if (pulse_B>pulse_R && pulse_W<200)  
    {  
        lantai=biru;  
    }  
    else if (pulse_R>pulse_B && pulse_W<200)  
    {  
        lantai=merah;  
    }  
    else if (pulse_R>pulse_B && pulse_W>200)  
    {  
        lantai=luar_lintasan;  
    }  
}  
  
void Cek_Posisi(void)  
{  
    Cek_Warna();  
    Robot_Maju();  
    Koreksi_Sudut();  
    if(lantai==biru && lantai_akhir==biru &&  
    Jarak>=25)  
    {  
        nilai_x++;Encoder_Kiri=0;Encoder_Kanan=0;  
        lantai_akhir=biru;  
    }  
    else if(lantai==putih && lantai_akhir==biru &&  
    Jarak>=25)  
    {  
        Robot_Stop();  
        Encoder_Kanan=0;Encoder_Kiri=0;  
        while(Encoder_Kiri<=630)  
        {  
            Maju_Motor_Kiri();  
            PWM_Motor_Kiri=80;  
        }  
    }  
}
```

```

        }

        Robot_Stop();
        lantai_akhir=putih;
    }

    else if(lantai==putih && lantai_akhir==putih &&
Jarak>=25)
    {

        nilai_y--;Encoder_Kiri=0;Encoder_Kanan=0;
        lantai_akhir=putih;
    }

    else if(lantai==merah && lantai_akhir==putih
&& Jarak>=25)
    {

        Robot_Stop();
        Encoder_Kanan=0;Encoder_Kiri=0;
        while(Encoder_Kiri<=630)
    {
        Maju_Motor_Kiri();
        PWM_Motor_Kiri=80;
    }

        Robot_Stop();
        lantai_akhir=merah;
    }

    else if(lantai==merah && lantai_akhir==merah
&& Jarak>=25)
    {

        nilai_x--;Encoder_Kiri=0;Encoder_Kanan=0;
        lantai_akhir=merah;
    }

    else if(lantai==hitam && lantai_akhir==merah
&& Jarak>=25)
    {

        Robot_Stop();
    }

    else if(lantai==hitam && lantai_akhir==hitam
&& Jarak>=25)
    {

        nilai_y++;Encoder_Kiri=0;Encoder_Kanan=0;
    }
}
else if(lantai==biru && lantai_akhir==hitam &&
Jarak>=25)
{
    Robot_Stop();
    Encoder_Kanan=0;Encoder_Kiri=0;
    while(Encoder_Kiri<=630)
    {
        Maju_Motor_Kiri();
        PWM_Motor_Kiri=80;
    }

    Robot_Stop();
    lantai_akhir=biru;
}
}

void ubah_ascii()
{
blok_x[0]=(nilai_x%100)%10+48;
blok_y[0]=(nilai_y%100)%10+48;
}

void main(void)
{
// Input/Output Ports initialization
// Port B initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In
Func3=In Func2=Out Func1=Out Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=T
State2=0 State1=0 State0=T
PORTB=0x00;
DDRB=0x06;
// Port C initialization
// Func6=In Func5=Out Func4=Out Func3=Out
Func2=Out Func1=Out Func0=In
// State6=T State5=0 State4=0 State3=1 State2=1
State1=0 State0=T
PORTC=0x0C; //skala frekuensi 100%
DDRC=0x3E;
}

```

```

// Port D initialization
// Func7=In Func6=In Func5=In Func4=In
Func3=In Func2=In Func1=In Func0=In
// State7=T State6=T State5=T State4=T State3=P
State2=P State1=T State0=T
PORTD=0x0C;
DDRD=0x00;

// Timer/Counter 0 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer 0 Stopped
TCCR0=0x00;
TCNT0=0x00;

// Timer/Counter 1 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: 15,625 kHz
// Mode: Ph. correct PWM top=0x00FF
// OC1A output: Non-Inv.
// OC1B output: Non-Inv.
// Noise Canceler: Off
// Input Capture on Falling Edge
// Timer1 Overflow Interrupt: Off
// Input Capture Interrupt: Off
// Compare A Match Interrupt: Off
// Compare B Match Interrupt: Off
TCCR1A=0xA1;
TCCR1B=0x05; //Nilai frekuensi clock timer1
TCNT1H=0x00;
TCNT1L=0x00;
ICR1H=0x00;
ICR1L=0x00;
OCR1AH=0x00;
OCR1AL=0x00;
OCR1BH=0x00;
OCR1BL=0x00;

// Timer/Counter 2 initialization
// Clock source: System Clock
// Clock value: Timer2 Stopped

```

```

// Mode: Normal top=0xFF
// OC2 output: Disconnected
ASSR=0x00;
TCCR2=0x00;
TCNT2=0x00;
OCR2=0x00;

// External Interrupt(s) initialization
// INT0: On
// INT0 Mode: Falling Edge
// INT1: On
// INT1 Mode: Falling Edge
// INT2: Off
GICR|=0xC0; //aktifkan eksternal interrupt
INT0, dan INT1
MCUCR=0x0A; //INT0 dan INT1 tepi turun
MCUCSR=0x00;
GIFR=0xC0;

// Timer(s)/Counter(s) Interrupt(s) initialization
TIMSK=0x01; // aktifkan interrupt timer 0

// USART initialization
// Communication Parameters: 8 Data, 1 Stop, No Parity
// USART Receiver: Off
// USART Transmitter: On
// USART Mode: Asynchronous
// USART Baud Rate: 38400
UCSRA=0x00;
UCSRB=0x08;
UCSRC=0x86;
UBRRH=0x00;
UBRRL=0x19;

// Analog Comparator initialization
// Analog Comparator: Off
// Analog Comparator Input Capture by Timer/Counter 1: Off
ACSR=0x80;

```

```
SFIOR=0x00;  
  
// ADC initialization  
// ADC disabled  
ADCSRA=0x00;  
  
// SPI initialization  
// SPI disabled  
SPCR=0x00;  
  
// TWI initialization  
// TWI disabled  
TWCR=0x00;
```

// Global enable interrupts
#asm("sei")
delay_ms(5000); //delay pairing modul *bluetooth*
while (1)
{
 Baca_Warna();
 Hitung_Jarak_dan_Sudut();
 Cek_Posisi();
 ubah_ascii();
 printf("%c%c%c\r\n",blok_x[0],blok_y[0]);
}

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



2. Listing Program Visual C#

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Linq;
using System.IO.Ports;
using System.Text;
using System.Threading.Tasks;
using System.Windows.Forms;

namespace Parsing_Data
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        string data_terima;
        string validitas;
        int awal_data;
        int akhir_data;
        int awal_lenght;
        int akhir_lenght;
        int data1;
        int data2;
        string blok_x;
        string blok_y;
        string paket_data;
        DataTable table = new
        DataTable();
        public Form1()
        {

            InitializeComponent();
            //inisialisasi Serial Port COM
            string[] ports = SerialPort.GetPortNames();
            foreach (string port in ports) //Mencari COM USB port yang tersedia
            {
                comboBox1.Items.Add(port);
            }
            Disconnect.Enabled = false;
            //Tampilkan Tabel Data
            table.Columns.Add("Blok Posisi X");
            table.Columns.Add("Blok Posisi Y");
            table.Columns.Add("Validitas Data");
            dataGridView1.DataSource = table;
        }
        private void Connect_Click(object sender, EventArgs e)
        {
            if (comboBox1.SelectedItem != null)
            {
                SerialPort1.PortName = comboBox1.Text;
                SerialPort1.BaudRate = 38400;
                SerialPort1.DataBits = 8;
                SerialPort1.StopBits = System.IO.Ports.StopBits.One;
                SerialPort1.Parity = System.IO.Ports.Parity.None;
                SerialPort1.Open();
            }
        }
    }
}

```



```

        Connect.Enabled = false;
        Disconnect.Enabled = true;
    }
    else MessageBox.Show("Masukkan COM Port yang tersedia",
    "Kesalahan", MessageBoxButtons.OK);
}

private void Disconnect_Click(object sender, EventArgs e)
{
    SerialPort1.Close();
    Connect.Enabled = true;
    Disconnect.Enabled = false;
}

private void tampilan_paket_data(object sender, EventArgs e)
{
    richTextBox1.AppendText(data_terima);

    awal_data = data_terima.IndexOf("[");
    awal_lenght = "[".Length;
    akhir_data = data_terima.IndexOf("]");
    akhir_lenght = "]".Length;
    data1 = awal_data + 1;
    data2 = data1 + 1;

    blok_x = data_terima.Substring(data1, 1);
    blok_y = data_terima.Substring(data2, 1);
    paket_data = data_terima.Substring(awal_data, akhir_data +
    akhir_lenght - awal_data);

    if (paket_data.StartsWith("["))
    {
        if (paket_data.EndsWith("]"))
        {
            validitas = "OK";
        }
    }
    table.Rows.Add(blok_x, blok_y, validitas);
}

private void SerialPort1_DataReceived(object sender,
SerialDataReceivedEventArgs e)
{
    data_terima = SerialPort1.ReadLine();
    this.Invoke(new EventHandler(tampilan_paket_data));
}
}

```



LAMPIRAN

DATASHEET

A large, semi-transparent watermark of the Universitas Brawijaya logo is centered on the page. The logo features a circular emblem with a central figure, likely a deity or a historical figure, surrounded by four smaller figures. The entire emblem is set against a light gray background, which is itself set against a larger, darker gray octagonal frame. The words "UNIVERSITAS BRAWIJAYA" are written in a bold, sans-serif font along the top and bottom edges of this frame.

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



1. Datasheet Mikrokontroler ATmega 8

Features

- High-performance, Low-power Atmel® AVR® 8-bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
 - 130 Powerful Instructions – Most Single-clock Cycle Execution
 - 32 x 8 General Purpose Working Registers
 - Fully Static Operation
 - Up to 16MIPS Throughput at 16MHz
 - On-chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory segments
 - 8Kbytes of In-System Self-programmable Flash program memory
 - 512Bytes EEPROM
 - 1Kbyte Internal SRAM
 - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
 - Data retention: 20 years at 85°C/100 years at 25°C⁽¹⁾
 - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
 - In-System Programming by On-chip Boot Program
 - True Read-While-Write Operation
 - Programming Lock for Software Security
- Peripheral Features
 - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler, one Compare Mode
 - One 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare Mode, and Capture Mode
 - Real Time Counter with Separate Oscillator
 - Three PWM Channels
 - 8-channel ADC in TQFP and QFN/MLF package
 - Eight Channels 10-bit Accuracy
 - 6-channel ADC in PDIP package
 - Six Channels 10-bit Accuracy
 - Byte-oriented Two-wire Serial Interface
 - Programmable Serial USART
 - Master/Slave SPI Serial Interface
 - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
 - On-chip Analog Comparator
- Special Microcontroller Features
 - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
 - Internal Calibrated RC Oscillator
 - External and Internal Interrupt Sources
 - Five Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, and Standby
- I/O and Packages
 - 23 Programmable I/O Lines
 - 28-lead PDIP, 32-lead TQFP, and 32-pad QFN/MLF
- Operating Voltages
 - 2.7V - 5.5V (ATmega8L)
 - 4.5V - 5.5V (ATmega8)
- Speed Grades
 - 0 - 8MHz (ATmega8L)
 - 0 - 16MHz (ATmega8)
- Power Consumption at 4MHz, 3V, 25°C
 - Active: 3.6mA
 - Idle Mode: 1.0mA
 - Power-down Mode: 0.5µA



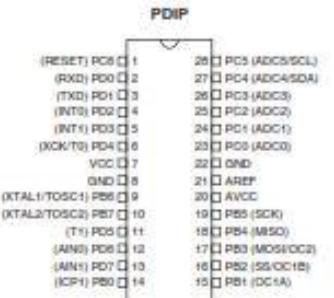
**8-bit Atmel with
8KBytes In-
System
Programmable
Flash**

**ATmega8
ATmega8L**

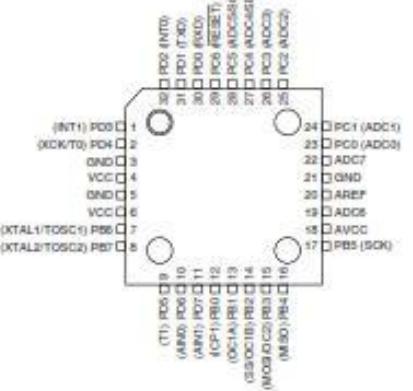


ATmega8(L)

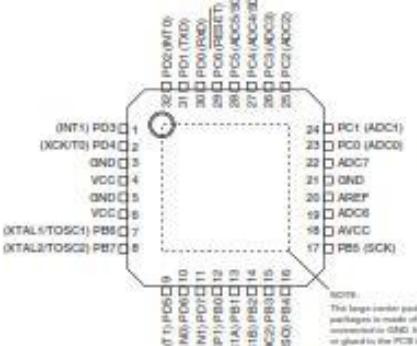
Pin Configurations



TQFP Top View



MLF Top View



ATmega8(L)**Electrical Characteristics – TA = -40°C to 85°C**

Note: Typical values contained in this datasheet are based on simulations and characterization of other AVR microcontrollers manufactured on the same process technology. Min and Max values will be available after the device is characterized.

Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on any Pin except RESET with respect to Ground	-0.5V to V _{CC} +0.5V
Voltage on RESET with respect to Ground	-0.5V to +13.0V
Maximum Operating Voltage	6.0V
DC Current per I/O Pin	40.0mA
DC Current V _{CC} and GND Pins	300.0mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

T_A = -40°C to +85°C, V_{CC} = 2.7V to 5.5V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
V _{IL}	Input Low Voltage except XTAL1 and RESET pins	V _{CC} = 2.7V - 5.5V	-0.5		0.2 V _{CC} ⁽¹⁾	V
V _{IH}	Input High Voltage except XTAL1 and RESET pins	V _{CC} = 2.7V - 5.5V	0.6V _{CC} ⁽²⁾		V _{CC} + 0.5	
V _{IL1}	Input Low Voltage XTAL1 pin	V _{CC} = 2.7V - 5.5V	-0.5		0.1V _{CC} ⁽³⁾	
V _{IH1}	Input High Voltage XTAL 1 pin	V _{CC} = 2.7V - 5.5V	0.8V _{CC} ⁽²⁾		V _{CC} + 0.5	
V _{IL2}	Input Low Voltage RESET pin	V _{CC} = 2.7V - 5.5V	-0.5		0.2 V _{CC}	
V _{IH2}	Input High Voltage RESET pin	V _{CC} = 2.7V - 5.5V	0.9V _{CC} ⁽²⁾		V _{CC} + 0.5	
V _{IL3}	Input Low Voltage RESET pin as I/O	V _{CC} = 2.7V - 5.5V	-0.5		0.2V _{CC}	
V _{IH3}	Input High Voltage RESET pin as I/O	V _{CC} = 2.7V - 5.5V	0.6V _{CC} ⁽²⁾ 0.7V _{CC} ⁽²⁾		V _{CC} + 0.5	
V _{OL}	Output Low Voltage ⁽²⁾ (Ports B,C,D)	I _{OL} = 20mA, V _{CC} = 5V I _{OL} = 10mA, V _{CC} = 3V			0.9 0.6	
V _{OH}	Output High Voltage ⁽²⁾ (Ports B,C,D)	I _{OH} = -20mA, V _{CC} = 5V I _{OH} = -10mA, V _{CC} = 3V	4.2 2.2			
I _L	Input Leakage Current I/O Pin	V _{CC} = 5.5V, pin low (absolute value)			1	μA
I _H	Input Leakage Current I/O Pin	V _{CC} = 5.5V, pin high (absolute value)			1	
R _{RESET}	Reset Pull-up Resistor		30		80	kΩ



$T_A = -40^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 2.7\text{V}$ to 5.5V (unless otherwise noted) (Continued)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Typ	Max	Units
R_{pu}	I/O Pin Pull-up Resistor		20		50	k Ω
I_{CC}	Power Supply Current	Active 4MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$ (ATmega8L)		3	5	mA
		Active 8MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$ (ATmega8)		11	15	
		Idle 4MHz, $V_{CC} = 3\text{V}$ (ATmega8L)		1	2	
		Idle 8MHz, $V_{CC} = 5\text{V}$ (ATmega8)		4.5	7	
	Power-down mode ^(a)	WDT enabled, $V_{CC} = 3\text{V}$		< 22	28	μA
		WDT disabled, $V_{CC} = 3\text{V}$		< 1	3	
V_{ACIO}	Analog Comparator Input Offset Voltage	$V_{CC} = 5\text{V}$ $V_{in} = V_{CC}/2$			40	mV
I_{ACLK}	Analog Comparator Input Leakage Current	$V_{CC} = 5\text{V}$ $V_{in} = V_{CC}/2$	-50		50	nA
t_{ACPD}	Analog Comparator Propagation Delay	$V_{CC} = 2.7\text{V}$ $V_{CC} = 5.0\text{V}$		750 500		ns

- Notes:
1. "Max" means the highest value where the pin is guaranteed to be read as low
 2. "Min" means the lowest value where the pin is guaranteed to be read as high
 3. Although each I/O port can sink more than the test conditions (20mA at $V_{CC} = 5\text{V}$, 10mA at $V_{CC} = 3\text{V}$) under steady state conditions (non-transient), the following must be observed:
PDIP, TQFP, and QFN/MLF Package:
 1] The sum of all IOL, for all ports, should not exceed 300mA.
 2] The sum of all IOL, for ports C0 - C5 should not exceed 100mA.
 3] The sum of all IOL, for ports B0 - B7, C6, D0 - D7 and XTAL2, should not exceed 200mA.
 If IOL exceeds the test condition, VOL may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test condition
 4. Although each I/O port can source more than the test conditions (20mA at $V_{CC} = 5\text{V}$, 10mA at $V_{CC} = 3\text{V}$) under steady state conditions (non-transient), the following must be observed:
PDIP, TQFP, and QFN/MLF Package:
 1] The sum of all IOH, for all ports, should not exceed 300mA.
 2] The sum of all IOH, for port C0 - C5, should not exceed 100mA.
 3] The sum of all IOH, for ports B0 - B7, C6, D0 - D7 and XTAL2, should not exceed 200mA.
 If IOH exceeds the test condition, VOH may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to source current greater than the listed test condition
 5. Minimum V_{CC} for Power-down is 2.5V



2. Datasheet Sensor Warna TCS3200



TAOS
TEXAS
ADVANCED
OPTOELECTRONIC
SOLUTIONS

**TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER**

TAOS099 - JULY 2009

- High-Resolution Conversion of Light Intensity to Frequency
- Programmable Color and Full-Scale Output Frequency
- Communicates Directly With a Microcontroller
- Single-Supply Operation (2.7 V to 5.5 V)
- Power Down Feature
- Nonlinearity Error Typically 0.2% at 50 kHz
- Stable 200 ppm/ $^{\circ}$ C Temperature Coefficient
- Low-Profile Lead (Pb) Free and RoHS Compliant Surface-Mount Package

Description

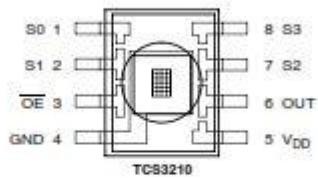
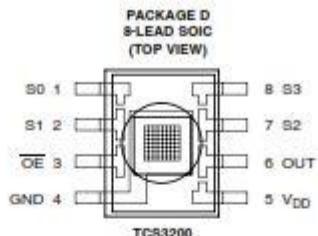
The TCS3200 and TCS3210 programmable color light-to-frequency converters that combine configurable silicon photodiodes and a current-to-frequency converter on a single monolithic CMOS integrated circuit. The output is a square wave (50% duty cycle) with frequency directly proportional to light intensity (irradiance).

The full-scale output frequency can be scaled by one of three preset values via two control input pins. Digital inputs and digital output allow direct interface to a microcontroller or other logic circuitry. Output enable (OE) places the output in the high-impedance state for multiple-unit sharing of a microcontroller input line.

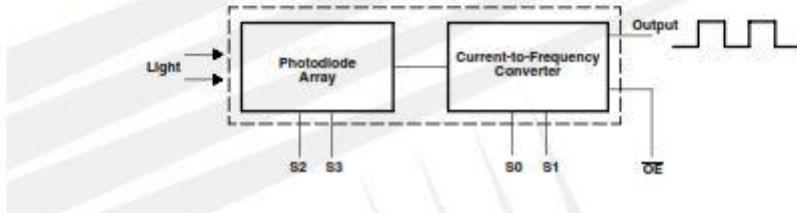
In the TCS3200, the light-to-frequency converter reads an 8×8 array of photodiodes. Sixteen photodiodes have blue filters, 16 photodiodes have green filters, 16 photodiodes have red filters, and 16 photodiodes are clear with no filters.

In the TCS3210, the light-to-frequency converter reads a 4×6 array of photodiodes. Six photodiodes have blue filters, 6 photodiodes have green filters, 6 photodiodes have red filters, and 6 photodiodes are clear with no filters.

The four types (colors) of photodiodes are interdigitated to minimize the effect of non-uniformity of incident irradiance. All photodiodes of the same color are connected in parallel. Pins S2 and S3 are used to select which group of photodiodes (red, green, blue, clear) are active. Photodiodes are $110 \mu\text{m} \times 110 \mu\text{m}$ in size and are on $134\text{-}\mu\text{m}$ centers.



Functional Block Diagram





TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER

TA08099 - JULY 2005

Terminal Functions

TERMINAL NAME	NO.	I/O	DESCRIPTION
GND	4		Power supply ground. All voltages are referenced to GND.
OE	3	I	Enable for f_o (active low).
OUT	6	O	Output frequency (f_o).
S0, S1	1, 2	I	Output frequency scaling selection inputs.
S2, S3	7, 8	I	Photodiode type selection inputs.
V _{DD}	5		Supply voltage

Table 1. Selectable Options

S0	S1	OUTPUT FREQUENCY SCALING (f_o)
L	L	Power down
L	H	2%
H	L	20%
H	H	100%

S2	S3	PHOTODIODE TYPE
L	L	Red
L	H	Blue
H	L	Clear (no filter)
H	H	Green

Available Options

DEVICE	T _A	PACKAGE - LEADS	PACKAGE DESIGNATOR	ORDERING NUMBER
TCS3200	-40°C to 85°C	SOIC-8	D	TCS3200D
TCS3210	-40°C to 85°C	SOIC-8	D	TCS3210D



**TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER**
TAOS09 - JULY 2009

Absolute Maximum Ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)[†]

Supply voltage, V_{DD} (see Note 1)	6 V
Input voltage range, all inputs, V_I	-0.3 V to $V_{DD} + 0.3$ V
Operating free-air temperature range, T_A (see Note 2)	-40°C to 85°C
Storage temperature range (see Note 2)	-40°C to 85°C
Solder conditions in accordance with JEDEC J-STD-020A, maximum temperature (see Note 3)	260°C

[†] Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. All voltage values are with respect to GND.
 2. Long-term storage or operation above 70°C could cause package yellowing that will lower the sensitivity to wavelengths < 500nm.
 3. The device may be hand soldered provided that heat is applied only to the solder pad and no contact is made between the tip of the solder iron and the device lead. The maximum time heat should be applied to the device is 5 seconds.

Recommended Operating Conditions

	MIN	NOM	MAX	UNIT
Supply voltage, V_{DD}	2.7	5	5.5	V
High-level input voltage, V_{IH}	$V_{DD} = 2.7$ V to 5.5 V	2	V_{DD}	V
Low-level input voltage, V_{IL}	$V_{DD} = 2.7$ V to 5.5 V	0	0.8	V
Operating free-air temperature range, T_A	-40	70	85	°C

Electrical Characteristics at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 5$ V (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{OH} High-level output voltage	$I_{OH} = -2$ mA	4	4.5	5	V
V_{OL} Low-level output voltage	$I_{OL} = 2$ mA		0.25	0.40	V
I_{IH} High-level input current				5	µA
I_{IL} Low-level input current				5	µA
I_{DD} Supply current	Power-on mode Power-down mode		1.4	2	mA
				0.1	µA
Full-scale frequency (See Note 4)		500	600	1000	kHz
$S0 = H, S1 = L$		100	120	150	kHz
$S0 = L, S1 = H$		10	12	15	kHz
Temperature coefficient of responsivity	$\lambda \leq 700$ nm, $-25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$		± 200	ppm/°C	
k_{SVS} Supply voltage sensitivity	$V_{DD} = 5$ V ±10%		±0.5	‰/V	

NOTE 4: Full-scale frequency is the maximum operating frequency of the device without saturation.



TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER

TAOS099 - JULY 2009

Operating Characteristics at $V_{DD} = 5$ V, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $S0 = H$, $S1 = H$ (unless otherwise noted)
(See Notes 5, 6, 7, and 8). Values for TCS3200 (TCS3210) are below.

PARAMETER	TEST CONDITIONS	CLEAR PHOTODIODE $S2 = H, S3 = L$			BLUE PHOTODIODE $S2 = L, S3 = H$			GREEN PHOTODIODE $S2 = H, S3 = H$			RED PHOTODIODE $S2 = L, S3 = L$			UNIT
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
f_O (Note 9)	$E_p = 47.2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, $\lambda_p = 470 \text{ nm}$	12.5	15.6	18.7	61%	84%	22%	43%	0%	6%				kHz
	$E_p = 40.4 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, $\lambda_p = 524 \text{ nm}$	12.5	15.6	18.7	8%	28%	57%	80%	9%	27%				
	$E_p = 34.6 \mu\text{W}/\text{cm}^2$, $\lambda_p = 640 \text{ nm}$	13.1	16.4	19.7	5%	21%	0%	12%	84%	105%				
R_e (Note 10)	$\lambda_p = 470 \text{ nm}$	331			61%	84%	22%	43%	0%	6%				$\text{Hz}/(\mu\text{W}/\text{cm}^2)$
	$\lambda_p = 524 \text{ nm}$		386		8%	28%	57%	80%	9%	27%				
	$\lambda_p = 640 \text{ nm}$		474		5%	21%	0%	12%	84%	105%				
Saturation Irradiance (Note 11)	$\lambda_p = 470 \text{ nm}$	1813			--	--	--	--						$\mu\text{W}/\text{cm}^2$
	$\lambda_p = 524 \text{ nm}$	1554			--	--	--	--						
	$\lambda_p = 640 \text{ nm}$	1266			--	--	--	--						
f_D Dark frequency	$E_p = 0$	2	10		2	10		2	10		2	10	Hz	
Nonlinearity (Note 12)	$f_O = 0$ to 5 kHz	± 0.1			± 0.1			± 0.1			± 0.1			% F.S.
	$f_O = 0$ to 50 kHz	± 0.2			± 0.2			± 0.2			± 0.2			
	$f_O = 0$ to 500 kHz	± 0.5			± 0.5			± 0.5			± 0.5			
Recovery from power down		100			100			100			100		μs	
Response time to output enable (OE)		100			100			100			100		ns	

- NOTES: 5. Optical measurements are made using small-angle incident radiation from a light-emitting diode (LED) optical source.
6. The 470 nm input irradiance is supplied by an InGaN light-emitting diode with the following characteristics:
peak wavelength $\lambda_p = 470 \text{ nm}$, spectral halfwidth $\Delta\lambda/2 = 35 \text{ nm}$, and luminous efficacy = 75 lm/W.
7. The 524 nm input irradiance is supplied by an InGaN light-emitting diode with the following characteristics:
peak wavelength $\lambda_p = 524 \text{ nm}$, spectral halfwidth $\Delta\lambda/2 = 47 \text{ nm}$, and luminous efficacy = 520 lm/W.
8. The 640 nm input irradiance is supplied by a AlInGaP light-emitting diode with the following characteristics:
peak wavelength $\lambda_p = 640 \text{ nm}$, spectral halfwidth $\Delta\lambda/2 = 17 \text{ nm}$, and luminous efficacy = 155 lm/W.
9. Output frequency Blue, Green, Red percentage represents the ratio of the respective color to the Clear channel absolute value.
10. Irradiance responsivity R_e is characterized over the range from zero to 5 kHz.
11. Saturation irradiance = (full-scale frequency)/(irradiance responsivity) for the Clear reference channel.
12. Nonlinearity is defined as the deviation of f_O from a straight line between zero and full scale, expressed as a percent of full scale.

**TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER**
TA08098 - JULY 2009

TYPICAL CHARACTERISTICS

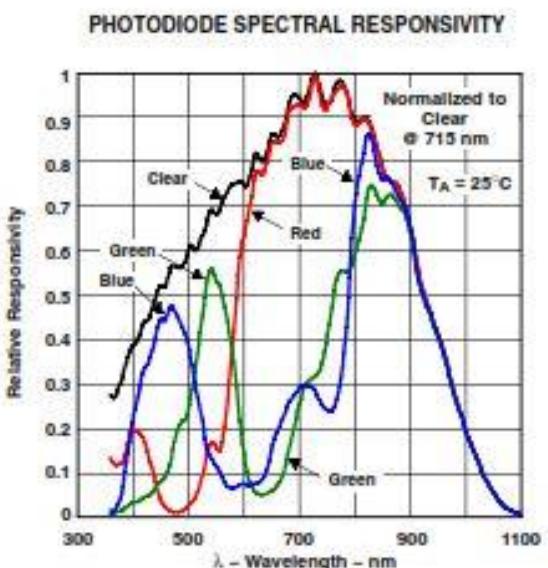


Figure 1

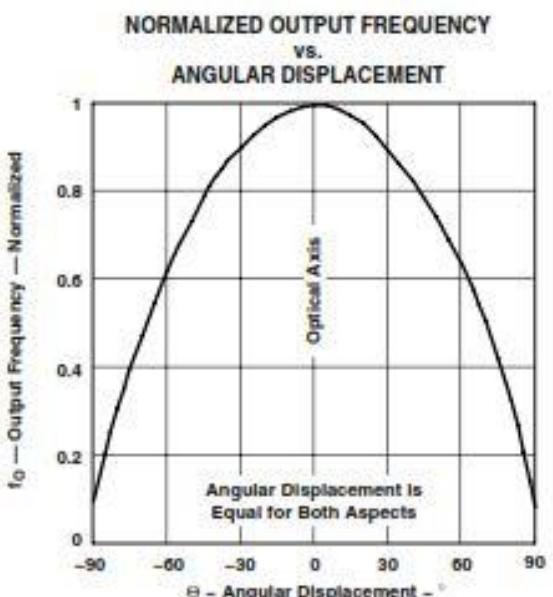


Figure 2

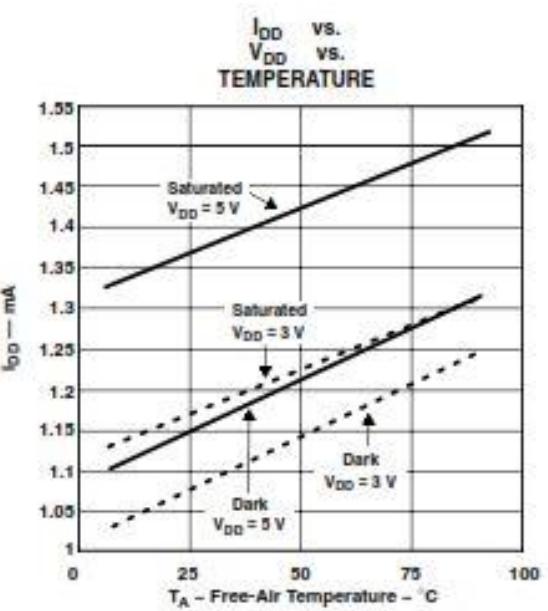


Figure 3

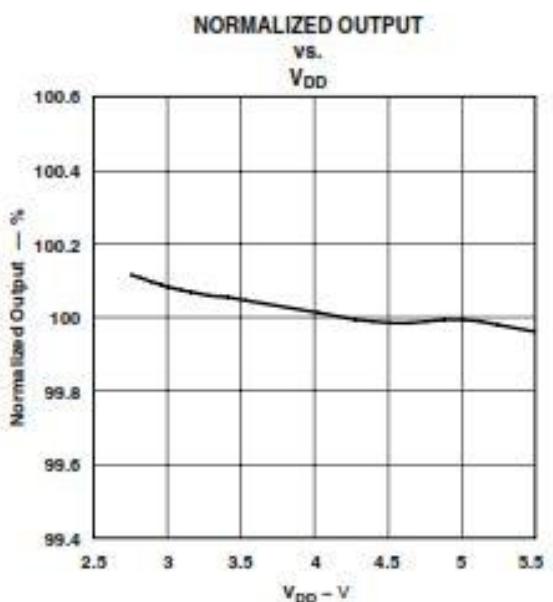


Figure 4

**TCS3200, TCS3210
PROGRAMMABLE
COLOR LIGHT-TO-FREQUENCY CONVERTER**

TAOS099 – JULY 2009

TYPICAL CHARACTERISTICS

**PHOTODIODE RESPONSIVITY TEMPERATURE COEFFICIENT
VS.
WAVELENGTH OF INCIDENT LIGHT**

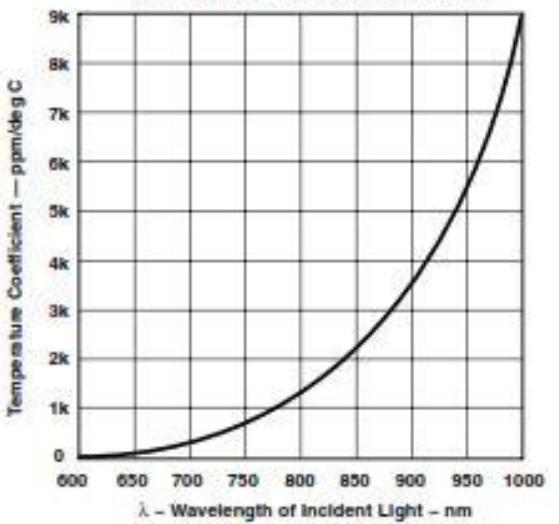


Figure 5



3. Datasheet Motor DC dan Sensor *Rotary Encoder*



Web Site: www.parallax.com
 Forum: forums.parallax.com
 Sales: sales@parallax.com
 Technical: support@parallax.com

Office: (916) 624-5333
 Fax: (916) 624-5003
 Sales: (888) 512-1024
 Tech Support: (888) 997-5267

6-15V Gear Motor with Encoder (#28819)

High-quality DC motors with built-in quadrature encoders feature durable construction and 100% all-metal gears to ensure long life.

Features

- High-torque 6–15 VDC brushed motors
- 100% all-metal gears for durability
- Built-in quadrature encoders provide accurate motor speed and direction feedback6 mm output shaft with notch accepts a wide variety of wheel hubs, gears, pulleys, etc.



Specifications

- Voltage Requirements: 6-15 VDC (82 RPM @ 6V)
- Current Consumption: No-load, 0.22 A @ 6V;
Stall current: 3.5 A @ 6 V (>5 A @ 12 V)
- Max Motor Torque: 24.78 lbf-in (0.285 kgf-m)
- Encoder resolution: 48 counts per motor shaft revolution*
- Gear ratio: 30:1
- Operating temperature: +32 to +185 °F (0 to +85 °C)
- Mounting holes use M3 screws

Application Ideas

- Robots
- Halloween Props
- Animal Door Control

*Product Change Notice

Motors sold between January and October 2014 had 64 counts per revolution. Motors sold after that time period have 48 counts per revolution.

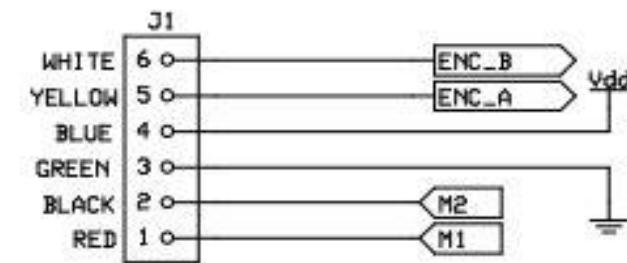
Communication Protocol (Encoders)

These motors have integrated hall-effect quadrature encoders which can provide position and speed feedback as well as direction. These encoders require 3.3-5 VDC to operate and should be powered at the same voltage as your microcontroller. The encoder A and B outputs are 90 degrees out of phase with one another and toggle between ENC_VSS and ENC_VDD with only one bit changing at a time (2-bit Gray code).

The encoders have a resolution of 48 counts per revolution of the motor shaft. With the motor's 30:1 gear ratio, this provides 1440 counts per rotation of the output shaft.



Quick-Start Circuit



J1 is the motor wire harness connector which is a 6-pin SIP socket with 0.1" spacing. You may cut this connector off if your system requires screw terminal connections. M1 / M2 will connect to the output of your relay, motor switch, motor driver, H-Bridge or other motor controller. Do not connect to MCU I/O pins or you could damage them. The encoder outputs (A / B) should be connected to two inputs on your microcontroller and read like a typical quadrature encoder. Optionally you could connect a single input if you don't need directional feedback (see Communication Protocol). Pins 3 and 4 connect to GND and VDD (supply voltage) on your microcontroller. This is typically 3.3 V or 5 V.

Parallax carries motor drivers and motor controllers that can be used to drive these motors via your microcontroller. Please see the 6-15V Gear Motor with Encoder product page on our website for related product suggestions.

Pin Definitions and Ratings

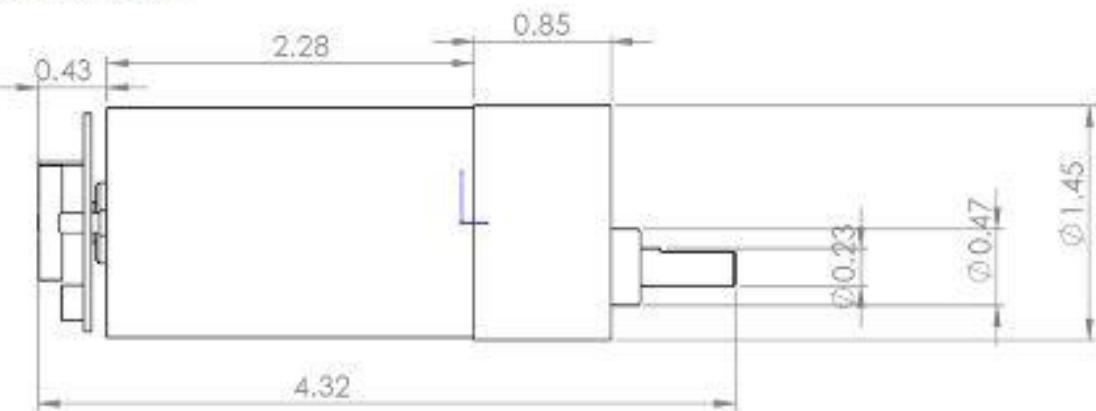
Pin	Color	Signal	Type	Description
1	Red	M1	—	Motor Connection 1
2	Black	M2	—	Motor Connection 2
3	Green	ENC_VSS	G	Supply/Signal Ground for Encoder
4	Blue	ENC_VDD	P	Supply for Encoder
5	Yellow	ENC_A	O	Encoder A Output
6	White	ENC_B	O	Encoder B Output

Pin Type: P = Power, G = Ground, I = Input, O = Output

Symbol	Description	Minimum	Typical	Maximum	Units
M1	Connects to output of Motor Driver	6	—	15	V
M2	Connects to output of Motor Driver	6	—	15	V
ENC_VSS	Connects to microcontroller GND	—	0	—	V
ENC_VDD	Connects to microcontroller Supply Voltage	3.3	—	5	V
ENC_A	Connects to microcontroller Input	0	—	ENC_VDD	V
ENC_B	Connects to microcontroller Input	0	—	ENC_VDD	V

Motor Dimensions

Units are in Inches.



Resources and Downloads

Check for the latest version of this document or other information from the 6-15V Gear Motor with Encoder product page. Go to www.parallax.com and search 28819.

Revision History

Version 1.0: Original document.

Version 1.1: Product Change Notice added. Specifications and Communication Protocol – Encoders sections updated. Moved Resources and Downloads section from front page to last page.



4. Datasheet Driver Motor L298N



L298

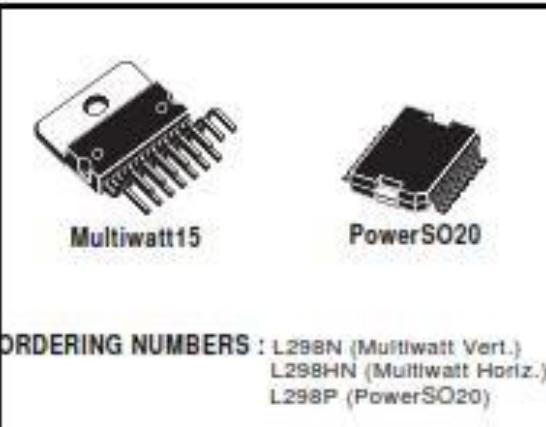
DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

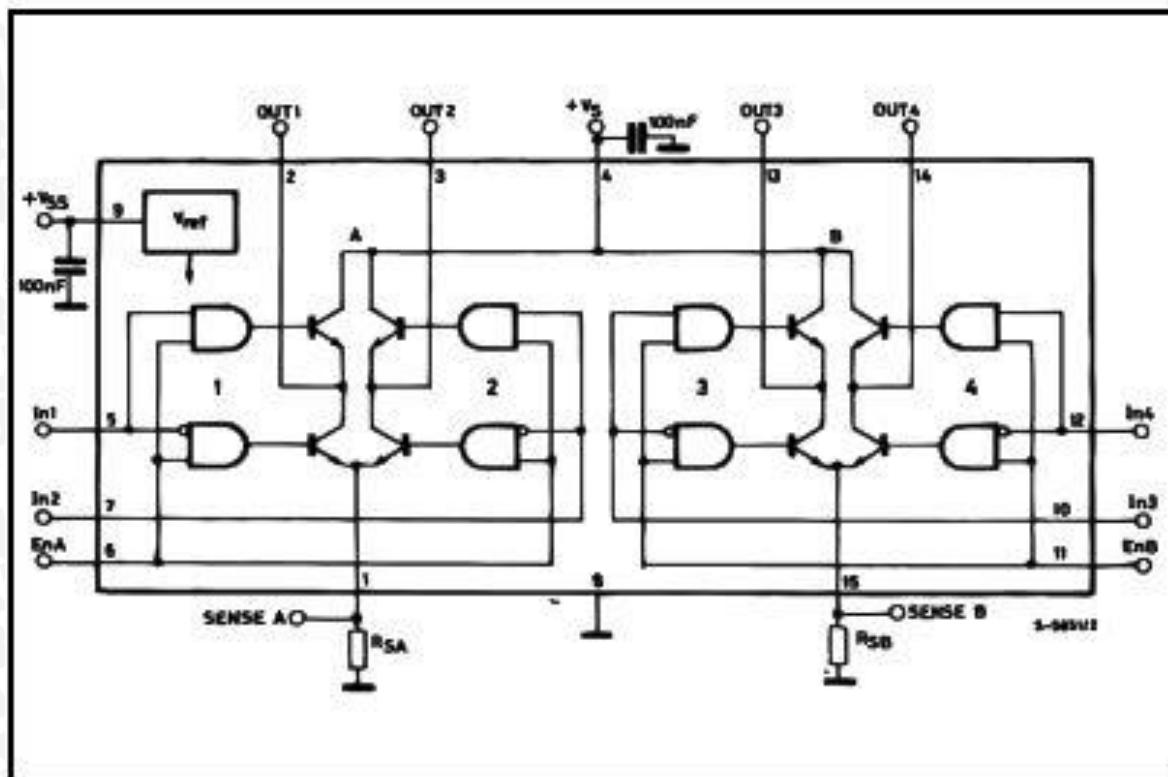
DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM



connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

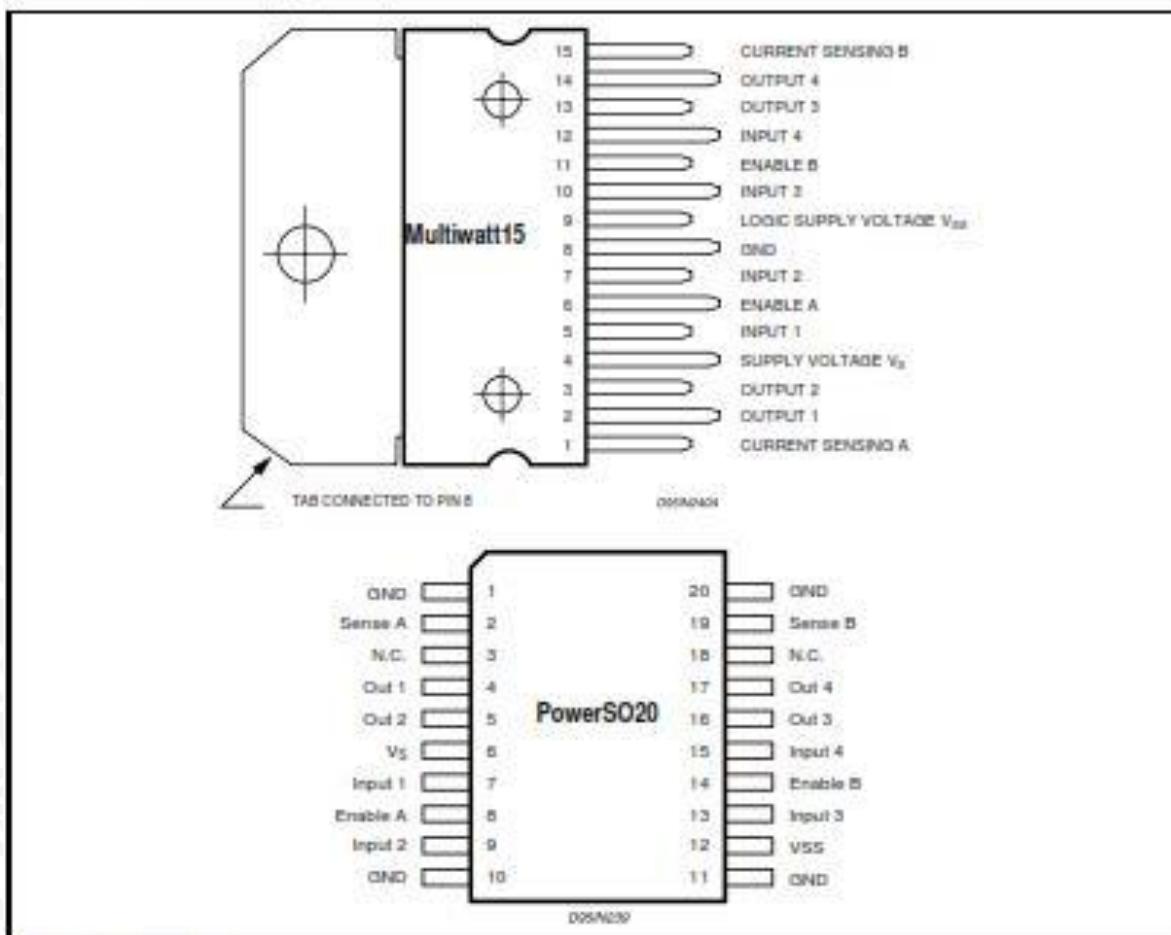


L298

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_I, V_{EN}	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
I_O	Peak Output Current (each Channel)		
	- Non Repetitive ($t = 100\mu s$)	3	A
	-Repetitive (80% on -20% off; $t_{on} = 10ms$)	2.5	A
	-DC Operation	2	A
V_{SENS}	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation ($T_{case} = 75^\circ C$)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	-25 to 130	°C
T_{stg}, T_J	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	°C

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter	PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th(j-case)}$	Thermal Resistance Junction-case	Max.	3	°C/W
$R_{th(j-amb)}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (")	°C/W

(") Mounted on aluminum substrate

PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

MW.15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V _S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10;11,20	GND	Ground.
9	12	V _{SS}	Supply Voltage for the Logic Blocks. A 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10;12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13;14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
-	3;18	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_S = 42V$; $V_{SS} = 5V$, $T_J = 25^{\circ}C$; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	$V_H + 2.5$		46	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I_S	Quiescent Supply Current (pin 4)	$V_{in} = H$: $I_L = 0$ $V_i = L$ $V_i = H$		13 50	22 70	mA
		$V_{in} = L$ $V_i = X$			4	mA
I_{SS}	Quiescent Current from V_{SS} (pin 9)	$V_{in} = H$: $I_L = 0$ $V_i = L$ $V_i = H$		24 7	36 12	mA
		$V_{in} = L$ $V_i = X$			6	mA
V_L	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
V_H	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V_{SS}	V
I_L	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	$V_i = L$			-10	μA
I_H	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	$V_i = H \leq V_{SS} - 0.6V$		30	100	μA
$V_{in} = L$	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
$V_{in} = H$	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V_{SS}	V
$I_{en} = L$	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	$V_{in} = L$			-10	μA
$I_{en} = H$	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	$V_{in} = H \leq V_{SS} - 0.6V$		30	100	μA
$V_{CEsat(H)}$	Source Saturation Voltage	$I_L = 1A$ $I_L = 2A$	0.95 2	1.35	1.7 2.7	V
$V_{CEsat(L)}$	Sink Saturation Voltage	$I_L = 1A$ (5) $I_L = 2A$ (5)	0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V
V_{CEsat}	Total Drop	$I_L = 1A$ (5) $I_L = 2A$ (5)	1.80		3.2 4.9	V
V_{sense}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V



L298

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T ₁ (V _i)	Source Current Turn-off Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (2): (4)		1.5		μs
T ₂ (V _i)	Source Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (2): (4)		0.2		μs
T ₃ (V _i)	Source Current Turn-on Delay	0.5 V _i to 0.1 I _L (2): (4)		2		μs
T ₄ (V _i)	Source Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (2): (4)		0.7		μs
T ₅ (V _i)	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (3): (4)		0.7		μs
T ₆ (V _i)	Sink Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (3): (4)		0.25		μs
T ₇ (V _i)	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (3): (4)		1.6		μs
T ₈ (V _i)	Sink Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (3): (4)		0.2		μs
f _c (V _i)	Commutation Frequency	I _L = 2A		25	40	kHz
T ₁ (V _{en})	Source Current Turn-off Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (2): (4)		3		μs
T ₂ (V _{en})	Source Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (2): (4)		1		μs
T ₃ (V _{en})	Source Current Turn-on Delay	0.5 V _{en} to 0.1 I _L (2): (4)		0.3		μs
T ₄ (V _{en})	Source Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (2): (4)		0.4		μs
T ₅ (V _{en})	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (3): (4)		2.2		μs
T ₆ (V _{en})	Sink Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (3): (4)		0.35		μs
T ₇ (V _{en})	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (3): (4)		0.25		μs
T ₈ (V _{en})	Sink Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (3): (4)		0.1		μs

1) 1)Sensing voltage can be -1 V for t < 50 μsec; In steady state V_{sens} min ≥ -0.5 V.

2) See fig. 2.

3) See fig. 4.

4) The load must be a pure resistor.

Figure 1 : Typical Saturation Voltage vs. Output Current.

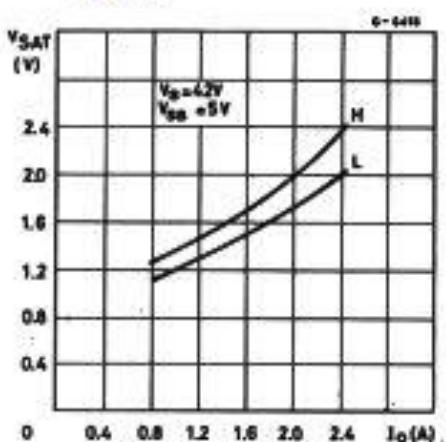
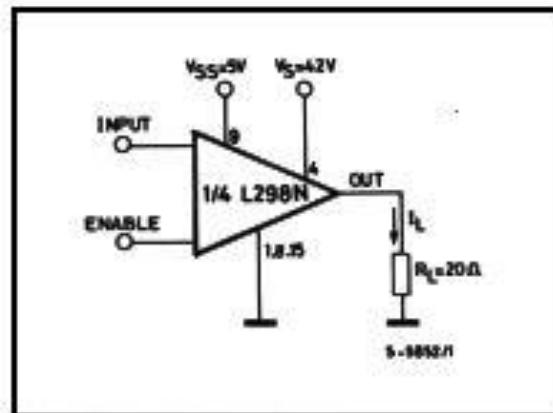


Figure 2 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = H

Figure 3 : Source Current Delay Times vs. Input or Enable Switching.

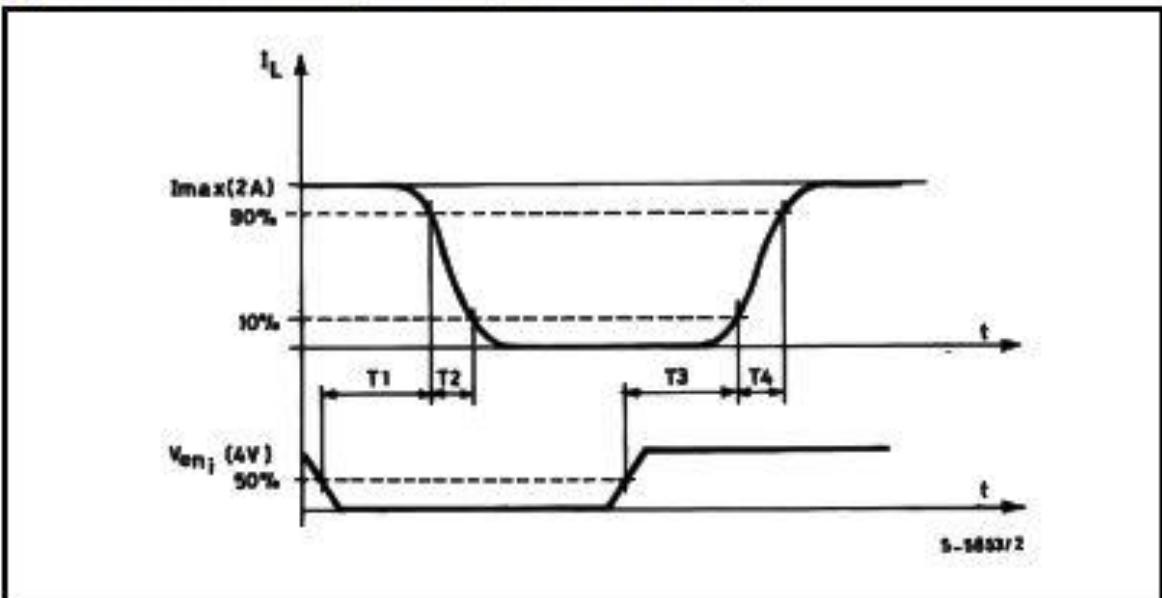
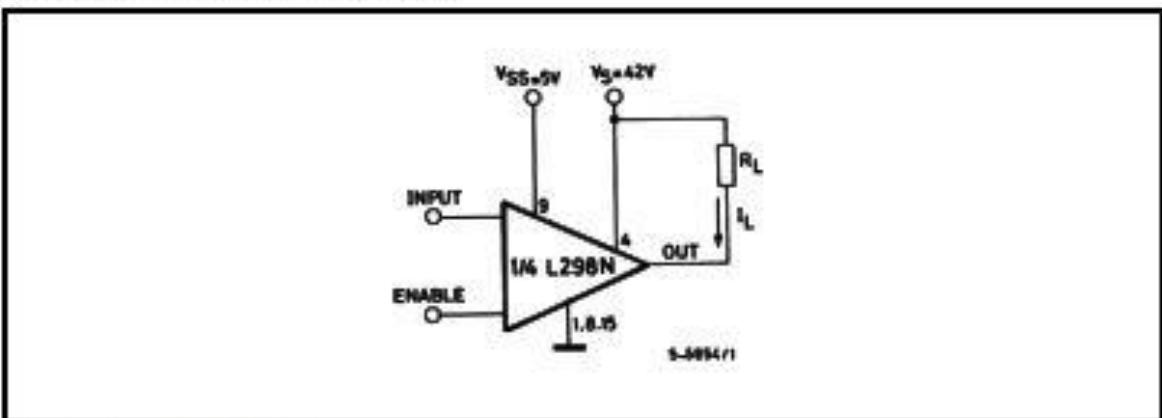


Figure 4 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = L



L298

Figure 5 : Sink Current Delay Times vs. Input 0 V Enable Switching.

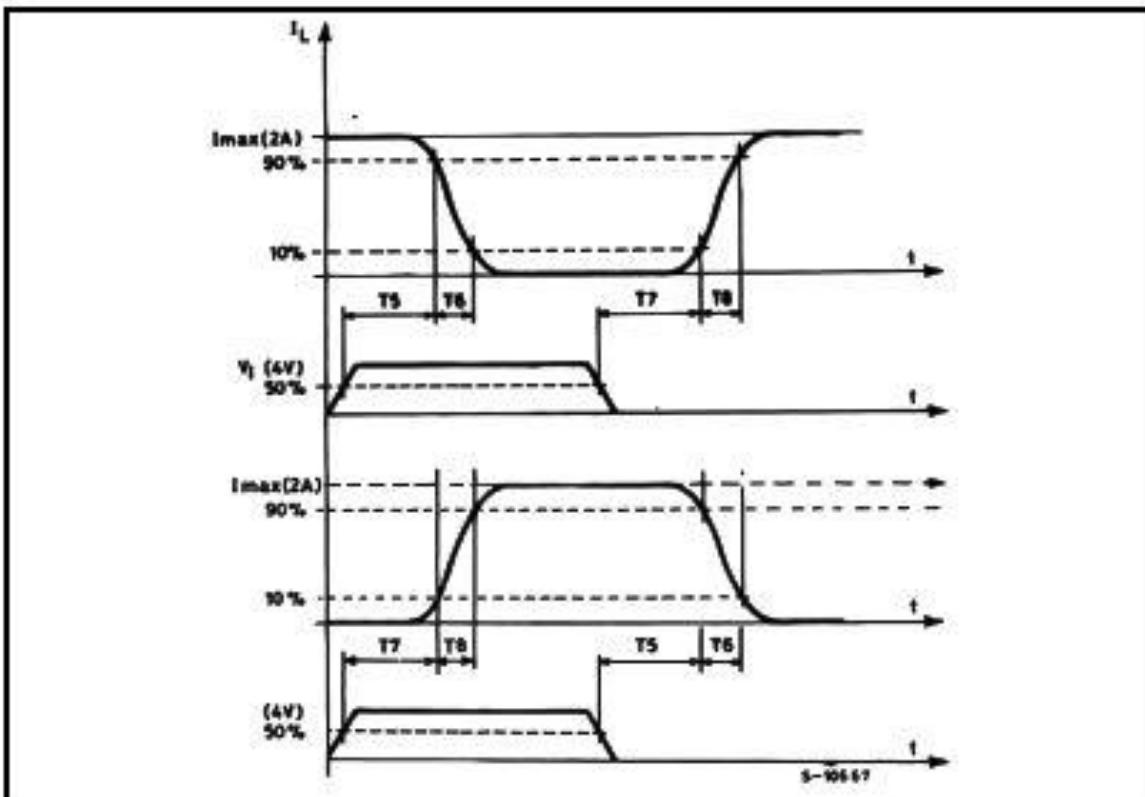
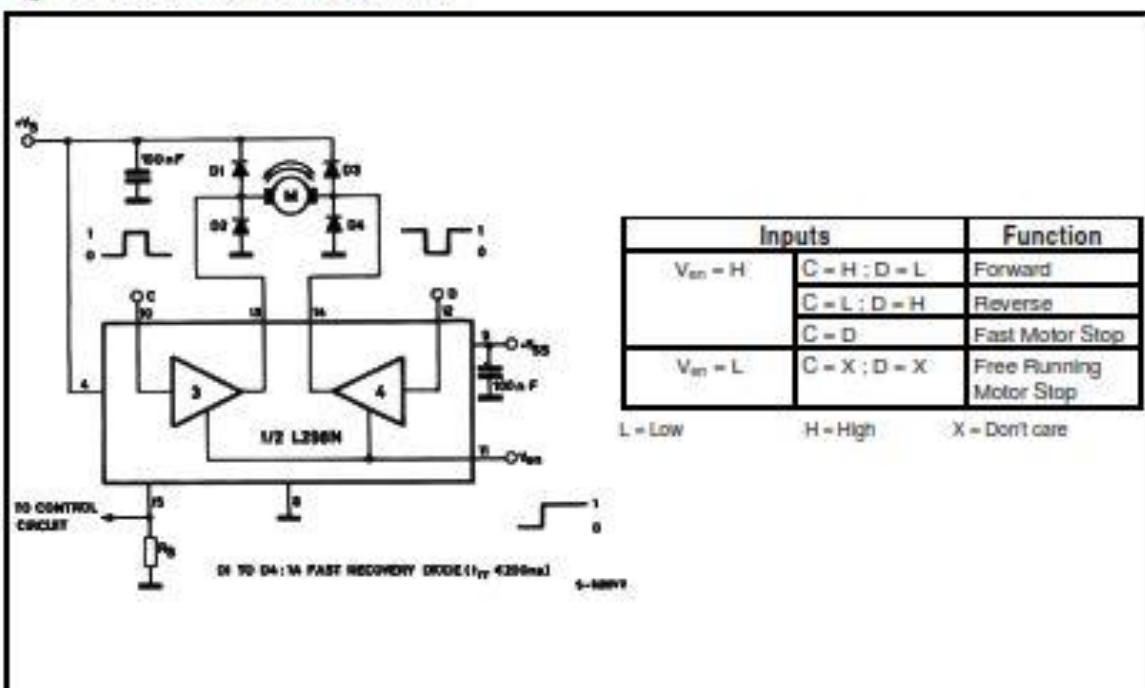


Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.



5. Datasheet Modul *Bluetooth HC-05*

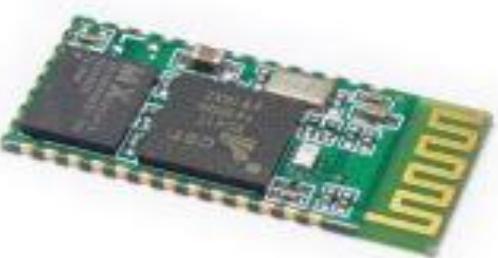


Tech Support: info@iteadstudio.com

HC-05

-Bluetooth to Serial Port Module

Overview



HC-05 module is an easy to use Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) module, designed for transparent wireless serial connection setup.

Serial port Bluetooth module is fully qualified Bluetooth V2.0+EDR (Enhanced Data Rate) 3Mbps Modulation with complete 2.4GHz radio transceiver and baseband. It uses CSR Bluecore 04-External single chip Bluetooth system with CMOS technology and with AFH(Adaptive Frequency Hopping Feature). It has the footprint as small as 12.7mmx27mm. Hope it will simplify your overall design/development cycle.

Specifications

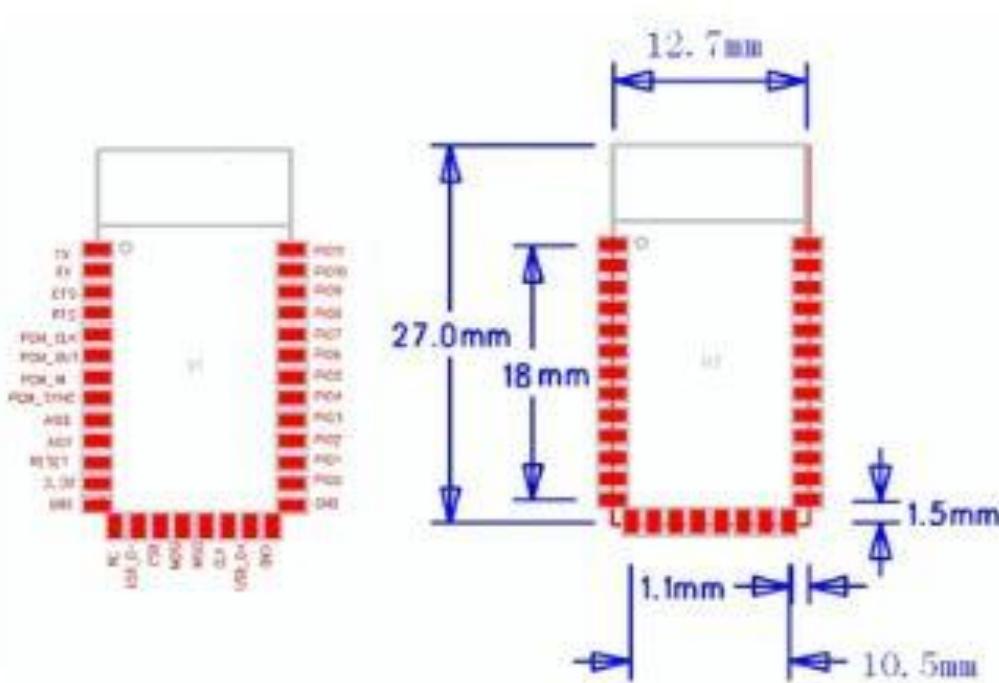
Hardware features

- Typical -80dBm sensitivity
- Up to +4dBm RF transmit power
- Low Power 1.8V Operation ,1.8 to 3.6V I/O
- PIO control
- UART Interface with programmable baud rate
- With Integrated antenna
- With edge connector

Software features

- Default Baud rate: 38400, Data bits:8, Stop bit:1, Parity:No parity, Data control: has. Supported baud rate: 9600, 19200, 38400, 57600, 115200, 230400, 460800.
- Given a rising pulse in PIO0, device will be disconnected.
- Status instruction port PIO1: low-disconnected, high-connected;
- PIO10 and PIO11 can be connected to red and blue led separately. When master and slave are paired, red and blue led blinks 1time/2s in interval, while disconnected only blue led blinks 2times/s.
- Auto-connect to the last device on power as default.
- Permit pairing device to connect as default.
- Auto-pairing PINCODE: "0000" as default
- Auto-reconnect in 30 min when disconnected as a result of beyond the range of connection.

Hardware



PIN Name	PIN #	Pad type	Description	Note
GND	13 21 22	VSS	Ground pin	
3.3V VCC	12	3.3V	Integrated 3.3V (+) supply with On-chip linear regulator output within 3.15-3.3V	
AIO0	9	Bi-Directional	Programmable input/output line	
AIO1	10	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO0	23	Bi-Directional RX EN	Programmable input/output line, control output for LNA(if fitted)	
PIO1	24	Bi-Directional TX EN	Programmable input/output line, control output for PA(if fitted)	
PIO2	25	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO3	26	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO4	27	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO5	28	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO6	29	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO7	30	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO8	31	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO9	32	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO10	33	Bi-Directional	Programmable input/output line	
PIO11	34	Bi-Directional	Programmable input/output line	

USB_+	20	Bi-Directional	
NC	14		
PCM_CLK	5	Bi-Directional	Synchronous PCM data clock
PCM_OUT	6	CMOS output	Synchronous PCM data output
PCM_IN	7	CMOS Input	Synchronous PCM data input
PCM_SYNC	8	Bi-Directional	Synchronous PCM data strobe

