

## RANCANG BANGUN ROBOT NAVIGASI PENGANTAR SURAT DENGAN MENGGUNAKAN MAGNETIC COMPASS

Hengki Zulputra<sup>1</sup>, Zaini<sup>2</sup>, Tati Erlina<sup>3\*</sup>

<sup>1,3\*</sup> Fakultas Teknologi Informasi Universitas Andalas, Padang

<sup>2</sup> Fakultas Teknik Universitas Andalas, Padang

\*E-mail : tatiertina2014@gmail.com

### ABSTRAK

Dalam penelitian ini, dirancang dan dibangun sebuah robot berbasis Arduino yang dapat mengantarkan surat dari satu ruangan ke ruangan yang lain. Robot ini menggunakan sebuah magnetic compass sebagai alat navigasi yang akan mengenali arah dan lokasi setiap ruangan. Sebuah rotary encoder digunakan untuk menghitung jarak tempuh dari satu titik tertentu ke titik lain. Sedangkan untuk mendeteksi adanya halangan ketika robot berjalan digunakan sebuah sensor ultrasonic. Selain itu, sebuah sensor berat juga digunakan untuk mendeteksi keberadaan surat pada kotak surat yang akan diantar robot ke tujuan, dimana perintah tersebut diberikan pada robot melalui sebuah tombol. Untuk mengetahui performa robot ini, dalam pengujian digunakan empat buah ruangan yang dikenali oleh robot ini melalui pemetaan yang menggunakan derajat ruangan terhadap kutub utara. Perintah yang diberikan pada pengujian merupakan kombinasi dua ruangan, yaitu ruangan pemanggil dan ruangan tujuan. Tingkat keberhasilan pengujian robot dalam mencapai ruang tujuan, waktu tempuh dan besarnya deviasi dalam mencapai titik tujuan, disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Persentase keberhasilan dalam mencapai ruang tujuan adalah 100%, dengan waktu tempuh rata-rata 110 detik dan rata-rata deviasi 27 cm dan 22<sup>0</sup> ke kiri dari posisi semula.

**kata kunci:** robot, arduino, magnetic compass, rotary encoder, sensor berat, sensor ultrasonik

### ABSTRACT

*In this research, an Arduino based robot, functions to transport a mail between sender rooms and receiver rooms, was designed and constructed. The robot made use of a magnetic compass to navigate direction and location of every rooms specified, a rotary encoder to measure the distance between those locations, an ultrasonic sensor to detect the existence of obstacles while the robot was delivering a mail, a weight sensor to perceive the presence of a mail in the robot's mailbox and push buttons to communicate user's instructions to the robot. In order to identify the performance of the robot in delivering mails, during testing stage, the authors exploited four distinct rooms which were later recognized by the robot through a particular mapping system which based on relative position of the rooms toward North Pole. Instructions which were given to the robot comprised of combination of two room location information; a sender room and a destination room. Testing result in terms of the success rate of the robot in achieving receiver rooms, the amount of time needed in delivering mails between rooms and deviation in reaching the receiver room were presented in graphs and tables. Success rate in achieving receiver rooms is 100%, average travel time needed between rooms is 110 seconds and average deviation is 27 cm and 22<sup>0</sup> to the left of initial locations.*

**Keywords:** robot, arduino, magnetic compass, rotary encoder, weight sensor, ultrasonic sensor

## PENDAHULUAN

Pengembangan robot untuk berbagai macam tujuan sudah semakin luas akhir-akhir ini. Hal ini tidak terlepas dari tujuan dibuatnya sebuah robot, dimana tujuan tersebut dapat terlihat pada salah satu definisi robot[1], yaitu mesin yang dapat diprogram dan meniru aksi dari suatu makhluk yang cerdas, serta memiliki berbagai fungsi yang dirancang khusus untuk memudahkan dalam pekerjaan.

Salah satu penggunaan robot yang diharapkan dapat membantu pekerjaan manusia adalah robot pengantar surat. Walaupun pada era digital ini, dokumen berupa *softcopy* sudah semakin umum digunakan, akan tetapi jenis dokumen tersebut tidak serta merta dapat menggantikan secara keseluruhan jenis dokumen konvensional, yaitu dokumen berupa *hardcopy*. Biasanya, dokumen tersebut diantar dari satu tempat ke tempat lain menggunakan petugas pengantar surat.

Beberapa robot pengantar surat sudah pernah dibuat sebelumnya, salah satu contoh yaitu robot dengan jenis *line follower*[2], dimana robot bergerak diatas jalur berupa garis yang telah disediakan. Pada penelitian ini, robot yang dikembangkan tidak menggunakan jalur pemandu untuk mencapai tujuannya, sehingga mekanisme navigasi dan pergerakan robot dilakukan dengan cara yang tidak sama dengan *line follower*. Robot ini berbasis Arduino Uno, menggunakan Magnetic compass sebagai penunjuk arah robot, sensor ultrasonik sebagai pendeteksi halangan berdasarkan pantulan gelombang, rotary encoder untuk membaca jarak tempuh robot serta sensor berat untuk mengetahui ada atau tidaknya surat pada kotak surat. Kombinasi keempat alat tersebut dibuat dengan tujuan agar robot bisa melaksanakan tugasnya dengan baik.

## Rumusan Masalah

1. Bagaimana penerapan magnetic compass sebagai navigasi robot.
2. Bagaimana penerapan rotary encoder untuk mengukur jarak tempuh robot.
3. Bagaimana mendeteksi halangan ketika robot berjalan dengan menggunakan sensor ultrasonik.

4. Bagaimana merancang sensor berat untuk mengetahui keberadaan surat pada kotak surat.

## Batasan Masalah

1. Alat yang dibuat adalah robot pengantar surat pada suatu kantor satu lantai.
2. Arduino Uno digunakan sebagai pusat control robot.
3. Arena untuk melakukan simulasi robot telah dipetakan terlebih dahulu.

## LANDASAN TEORI

### Robot

Robot merupakan peralatan manipulator yang dapat diprogram dan dapat mempunyai beragam fungsi, diantaranya untuk memindahkan barang, komponen-komponen, peralatan, atau alat-alat khusus, melalui berbagai gerakan terprogram untuk pelaksanaan berbagai pekerjaan tersebut[1]. Jenis robot yang digunakan dalam penelitian ini adalah robot navigasi, yaitu adalah robot yang bergerak berdasarkan pemetaan yang sudah ditanamkan pada robot tersebut.

### Magnetic Compass CMPS03

Magnetic Compass adalah sensor kompas yang dapat mengetahui posisi sudut. Sensor ini dirancang khusus untuk bidang robotik dengan tujuan sebagai navigator yang digunakan untuk pergerakan pada robot[3]. Pada penelitian ini magnetic compass yang digunakan adalah CMPS03.

CMPS03 membutuhkan tegangan kerja sebesar 5V dengan konsumsi arus sebesar 15mA. Ada dua cara untuk membaca data yang dihasilkan sensor ini yaitu melalui sinyal PWM (pin 4) atau menggunakan protokol Inter Integrated Circuit (I2C) (pin 2 dan 3).

Tabel 1. Konfigurasi Pin Magnetic Compass CMPS03

Pin	Fungsi Pin
Pin 1	+5v
Pin 2	Serial Clock (SCL)
Pin 3	Serial Data (SDA)
Pin 4	Pulse Width Modulation (PWM)
Pin 5	No Connect
Pin 6	Calibrate
Pin 7	50/60Hz
Pin 8	No Connect
Pin 9	0v Ground

### Sensor Ultrasonik

Sensor ultrasonik adalah sensor pengukur jarak dengan menggunakan gelombang ultrasonik. Sensor HY-SRF05 merupakan sensor ultrasonik yang mampu mengukur jarak dari 3 cm hingga 300 cm. Keluaran dari sensor ini berupa pulsa yang lebarnya merepresentasikan jarak. Dengan kemampuan sensor ini, keberadaan halangan yang berada didepan sensor dapat dideteksi[4].



Gambar 1. Sensor Ultrasonik SRF05

Prinsip kerja sensor ini adalah dengan memancarkan gelombang ultrasonik dalam bentuk pulsa melalui transmitter sensor ultrasonik, jika ada objek padat di depan sensor maka receiver akan menerima pantulan dari gelombang ultrasonik tersebut. Receiver akan membaca lebar pulsa yang dipantulkan dan selisih waktu pemancaran. Dengan pengukuran tersebut, jarak objek di depan sensor dapat diketahui.

### Motor DC (Direct Current)

Berdasarkan fungsinya, terdapat beberapa macam motor yang biasa digunakan pada robot, yaitu motor DC untuk aplikasi yang membutuhkan kecepatan tinggi, sedangkan motor stepper untuk aplikasi dengan akurasi tinggi, dan motor servo digunakan untuk gerakan-gerakan berupa gerakan sudut. Aktuator dalam penelitian ini adalah sebuah motor DC, yang berperan sebagai bagian dari pelaksana perintah-perintah yang diberikan oleh microcontroller yang digunakan pada robot.

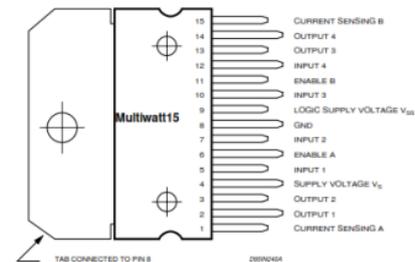


Gambar 2. Motor DC

Motor DC adalah sebuah perangkat elektromagnetik yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik.

### Driver Motor DC

Driver motor DC merupakan sebuah IC yang memiliki tegangan tinggi dan didesain untuk dapat menerima logic level Transistor-Transistor Logic (TTL) standar dan dapat mengendalikan output yang bersifat induktif. Jenis output yang dapat dikendalikan seperti relay, solenoid, motor DC dan motor stepper. Driver motor mempunyai dua input enable yang mendukung untuk mengaktifkan atau menonaktifkan sinyal input secara bebas. Emiter dari transistor untuk setiap bridgenya dihubungkan secara bersama-sama[5].



Gambar 3. Driver Motor DC[5]

### Arduino Uno

Arduino Uno adalah sebuah papan mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328. Arduino Uno mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header dan sebuah tombol reset. Arduino Uno memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler dan mudah menghubungkannya ke sebuah komputer dengan kabel USB[6].



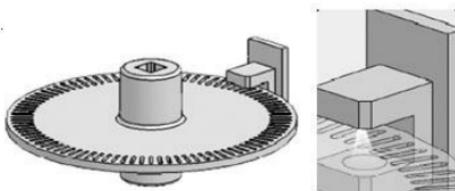
Gambar 4. Arduino Uno

### PWM (Pulse Width Modulation)

PWM adalah suatu teknik untuk memanipulasi lebar sinyal yang dinyatakan dengan pulsa dalam suatu perioda dan berfungsi untuk mengatur kecepatan perputaran motor dengan cara mengatur persentasi lebar pulsa high terhadap perioda dari suatu sinyal persegi dalam bentuk tegangan periodik yang diberikan ke motor sebagai sumber daya. Semakin besar perbandingan lama sinyal high dengan periode sinyal maka semakin cepat motor berputar[7].

**Rotary Encoder**

Rotary Encoder merupakan suatu komponen elektro mekanis yang memiliki fungsi untuk memonitoring posisi angular pada suatu poros yang berputar. Dari perputaran benda tersebut data yang termonitoring diubah oleh rotary encoder ke dalam bentuk data digital berupa lebar pulsa kemudian dikirim ke kontroler (Mikrokontroler). Berdasarkan data yang di dapat berupa posisi angular (sudut) kemudian dapat diolah oleh kontroler sehingga mendapatkan data berupa kecepatan, arah, dan posisi dari perputaran porosnya[8].

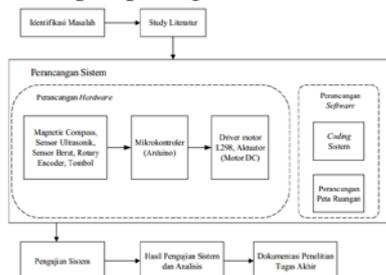


Gambar 5. Rotary Encoder[8]

**METODE**

**Rancangan Penelitian**

Untuk mencapai tujuan dari penelitian ini, dibuat sebuah langkah-langkah penelitian sebagai tampak pada gambar 6.

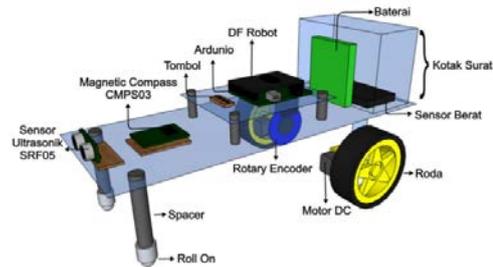


Gambar 6. Rancangan Penelitian

**Perancangan Sistem**

**1. Perakitan Mekanik**

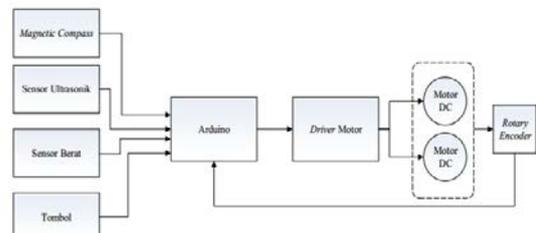
Pada tahap ini, merupakan proses perakitan seluruh komponen robot.



Gambar 7. Ilustrasi Robot Dengan Seluruh Komponen

**2. Perancangan Hardware**

Dalam perancangan hardware, direrancang blok diagram sistem yang akan dibangun, fungsi dari blok diagram ini adalah untuk menjelaskan bagaimana sistem terbentuk serta alur kerja dari sistem tersebut.



Gambar 8. Diagram Blok Hardware Sistem

**3. Perancangan Software**

Pada perancangan software dibuat sebuah algoritma dengan menggunakan flowchart, dimana melalui flowchart tersebut tergambar bagaimana proses yang terjadi mulai robot berada di tempat semula dan menunggu perintah untuk berjalan menunggu ke ruang pengirim sampai robot tersebut kembali ke tempatnya yang semula. Flowchart inilah yang kemudian diimplementasikan ke dalam bentuk program yang dimuat ke dalam mikrokontroler.

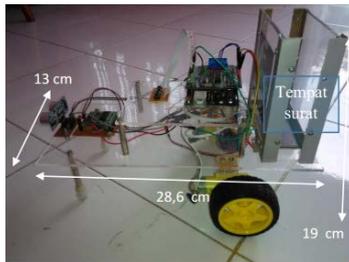
**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Implementasi**

**1. Implementasi Hardware**

Berikut merupakan gambar robot berdasarkan rancangan dari seluruh komponen, dengan menggunakan akrilik sebagai badan robot yang berukuran panjang

28,6 cm lebar 13 cm dan tinggi 19 cm terdapat pada gambar 9.



Gambar 9. Robot Pengantar Surat

## 2. Implementasi Software

Implementasi software dimulai dengan menginisialisasi seluruh komponen yang terdapat pada robot. Implementasi software meliputi proses pembacaan data dari sensor, pengolahan data sensor untuk pengambilan keputusan kapan robot bergerak, berbelok dan berhenti.

### Pengujian dan Analisis Alat

#### 1. Pengujian Magnetic Compass

Pengujian terhadap magnetic compass CMPS03 dilakukan dengan membandingkan nilai derajat dari CMPS03 dengan nilai derajat kompas analog. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali terhadap nilai derajat yang berbeda.

Dari pengujian tersebut, diketahui bahwa terdapat perbedaan nilai hasil pengukuran sebesar 21°, 22° dan 23° antara kedua instrumen tersebut. Meskipun demikian, hal ini tidak mempengaruhi perancangan navigasi robot karena patokan yang diambil hanyalah nilai yang berasal dari pengukuran oleh CMPS03.

Tabel 2. Pengujian Sensor Kompas

NO	Derajat CMPS03	Derajat Kompas Analog
1	0°	22°
2	45°	67°
3	90°	112°
4	180°	201°
5	270°	293°
Rata-rata error		22°

#### 2. Pengujian Sensor Ultrasonic

Pengujian sensor ultrasonik dilakukan dengan cara membandingkan nilai jarak yang didapat oleh sensor ultrasonik dengan

nilai aktual. Pengujian ini dilakukan sebanyak 5 kali terhadap jarak yang berbeda.

Tabel 3. Pengujian Sensor Ultrasonik

NO	Nilai Jarak SRF05	Nilai Aktual
1	5 cm	5 cm
2	10 cm	10 cm
3	15 cm	15 cm
4	20 cm	20 cm
5	24 cm	25 cm

#### 3. Pengujian Rotary Encoder

Pengujian rotary encoder, dilakukan dengan menghitung jumlah dot yang terbaca oleh rotary encoder ketika menempuh sebuah jarak.

Tabel 4. Pengujian Rotary Encoder

NO	Jumlah dot Rotary Encoder	Jarak Tempuh
1	86 dot	50 cm
2	173 dot	100 cm
3	259 dot	150 cm
4	343 dot	200 cm
5	426 dot	250 cm

#### 4. Pengujian Sensor Berat

Untuk mendeteksi keberadaan surat dalam kotak surat pada robot, sebuah sensor berat diletakkan didasar kotak surat. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali dengan jumlah kertas yang berbeda. Jenis kertas yang digunakan adalah A4 dengan berat 70 gram.

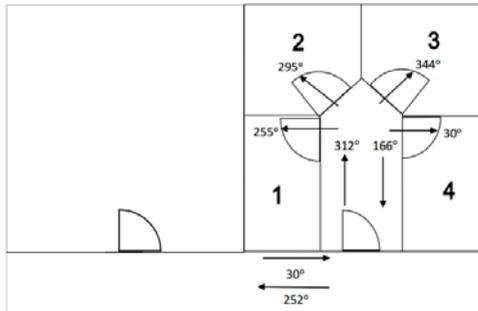
Tabel 5. Pengujian Sensor Berat

NO	Jumlah Kertas	Kondisi
1	1	Tidak Terdeteksi
2	2	Tidak Terdeteksi
3	3	Terdeteksi
4	4	Terdeteksi
5	5	Terdeteksi

#### 5. Pengujian dan Analisis Komponen Secara Keseluruhan

Pengujian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui berhasil atau tidaknya robot

menuju ruangan seperti yang diperintahkan. Instruksi yang diberikan berisi informasi ruang pengirim dan ruang penerima kombinasi ruangan, dimana terdapat 4 ruang yang digunakan selama pengujian. Skema posisi ruang serta derajat posisi ruang tersebut dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Skema Ruang Pengujian

**6. Pengujian Keberhasilan Robot Mencapai Ruang Pemanggil dan Ruang Tujuan**

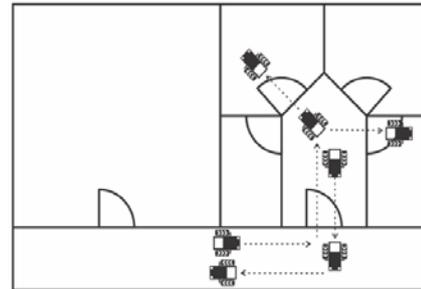
Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan robot untuk mencapai ruang yang dituju, dimana informasi tentang ruang mana yang akan diberikan melalui perintah yang diberikan melalui tombol yang ada pada robot. Hasil dari pengujian tersebut dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Pengujian Keberhasilan Robot Mencapai Pemanggil dan Ruang Tujuan

Ruangan Pemanggil	Ruangan Tujuan			
	1	2	3	4
1		Berhasil	Berhasil	Berhasil
2	Berhasil		Berhasil	Berhasil
3	Berhasil	Berhasil		Berhasil
4	Berhasil	Berhasil	Berhasil	

**6. Pengujian Waktu Tempuh**

Dalam pengujian, dihitung waktu jarak tempuh robot. Mulai dari posisi awal, masuk ke sender room (ruang pengirim), mengantarkan surat hingga kembali lagi ke posisi awal. Pengambilan waktu tempuh robot dilakukan dalam 5 kali percobaan.



Gambar 11. Ilustrasi Jalur Tempuh Robot

Tabel 6. Waktu Tempuh

NO	Percobaan	Waktu Tempuh
1	1	115 detik
2	2	114 detik
3	3	107 detik
4	4	108 detik
5	5	107 detik

Perbedaan waktu yang terjadi pada percobaan di atas disebabkan ada beberapa faktor yaitu, peletakkan dan pengambilan surat dengan rentang waktu yang berbeda serta perbedaan manuever robot ketika berjalan menuju ruangan.

**7. Analisis Deviasi Pergerakan Robot**

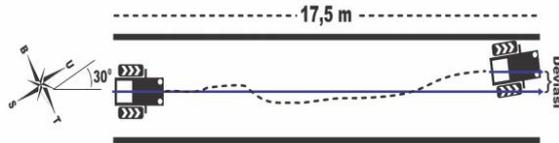
Dalam pengujian ini, dilakukan pengukuran terhadap besarnya deviasi yang terjadi dengan membandingkan posisi awal dan posisi akhir robot. Jarak tempuh yang digunakan adalah sepanjang 17,5 m dengan arah robot 30° terhadap kutub utara.

Tabel 7. 1 Deviasi Pergerakan Robot

NO	Percobaan	Derajat Awal	Deviasi
1	1	30°	29 cm
2	2	30°	25 cm
3	3	30°	28 cm
4	4	30°	27 cm
5	5	30°	27 cm

Berdasarkan 5 kali percobaan, diketahui bahwa ketika berjalan, posisi robot tidak bisa lurus terhadap derajat yang sudah ditentukan. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu pengaruh komponen pembangun robot seperti, sensor kompas CMPS03, motor DC,

perbedaan maneuver setiap robot berjalan dan lainya. Berikut merupakan ilustrasi dari pengujian robot untuk memperlihatkan deviasi yang terjadi ketika berjalan.



Gambar 12. Ilustrasi Deviasi Dalam Pergerakan Robot

Pemasangan komponen-komponen pembangun robot juga dapat mempengaruhi kestabilan dan keseimbangan jalannya robot. Sebagai contoh, karena perbedaan kondisi mekanik setiap motor yang digunakan, setiap motor tidak berjalan dengan kecepatan yang seragam meskipun diberi nilai PWM yang sama. Selain itu, pembacaan sensor kompas CMPS03 rentan terhadap interferensi benda yang bersifat elektromagnetik di sekitarnya, sehingga perlu diberikan rentang nilai toleransi, yaitu  $-0^{\circ}$  dan  $+10^{\circ}$  dari nilai derajat tujuan.

## SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat selisih rata-rata sebesar  $22^{\circ}$  antara pembacaan sensor magnetic dan kompas analog. Rotary encoder mampu memberikan informasi jarak tempuh yang tepat pada robot. Sensor ultrasonik SRF05 dapat mengukur jarak halangan dengan persentase error sebesar 0.8 %. Robot dapat menuju setiap ruangan berdasarkan informasi derajat setiap ruangan, dengan tingkat keberhasilan 100%.

Untuk pengembangan selanjutnya, perakitan mekanik robot perlu memperhatikan aspek keseimbangan dan kestabilan robot. Selain itu, perlu juga ditambahkan metode navigasi lain sehingga pergerakan yang dilakukan robot lebih akurat.

## DAFTAR PUSTAKA

- Hidayat, Anton. 2014. Motor DC. Bahan Ajar Kuliah Robotika. Universitas Andalas.
- Hariz, Bafdal Rudiyanto. Tanpa Tahun. Rancang Bangun Robot Pengantar Surat

Menggunakan Mikrokontroler AT89S51. Teknik Elektro, Universitas Gunadarma

Soebhakti, Hendawan.2008. Digital Compass CMPS03. Atmel Corporation CMPS03 Datasheet

Anonim. Tanpa Tahun. SRF05 Ultra Sonic Ranger Sensor. England: Revolution Education.

Anonim. 2000. L298-Dual Full-Bridge Driver. Itali: STMicroelectronic

Anonim. 2015. ArduinoBoardUno. <http://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno>. Diakses pada tanggal 3 Juni 2015, pukul 23.14 WIB

Anonim. 2011. Exercise 5: PWM and Control Theory. Germany: Microcontroler Programming. Lab Course Technische Universitat Munchen.

Giovanni, I Putu. 2014. Rotary Encoder. <http://www.geyosoft.com/2014/rotaryencoder>. Diakses pada tanggal 26 Mei 2015, pukul 16.57 WIB

Siburian, Epsol. 2010. Perancangan KWH Meter Dengan Sistem Prabayar Berbasis Mikrokontroler AVR ATmega8535. Medan: Departemen Fisika FMIPA Universitas Sumatera Utara.