

BALANCING ROBOT BERODA DUA DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR GYROSCOPE BERBASIS ARDUINO UNO

Two Wheeld Balancing Robot Uses A Gyroscope Sensor Based Arduino Uno

Mohamad Junaedi¹; Syafaruddin Ch²; Giri Wahyu Wiriasto³

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia
E-mail: junelka9@gmail.com¹; syafaruddin71@yahoo.com²; giriwahyuwiriasto@gmail.com³

ABSTRAK

Teknologi modern dewasa ini khususnya dalam dunia teknologi robot mengalami perkembangan yang sangat pesat. Perkembangan robot tidak hanya pada kecanggihan mekaniknya saja, melainkan juga sistem kendalinya menggunakan sistem komputerisasi. Salah satu jenis robot dengan kemampuan istimewa yang belakangan ini banyak menarik minat para pecinta robot untuk dikembangkan adalah balancing robot beroda dua.

Balancing robot beroda dua merupakan suatu robot mobile yang memiliki sebuah roda di sisi kanan dan kirinya yang tidak akan seimbang apabila tanpa adanya kontroler. Menyeimbangkan robot beroda dua memerlukan suatu metode kontrol yang handal untuk mempertahankan posisi roda dalam keadaan tegak lurus terhadap permukaan bumi tanpa memerlukan pengendali lain dari luar.

Perancangan robot beroda dua ini menggunakan Arduino Uno sebagai pengontrol, sensor gyroscope sebagai pendeksi sudut kemiringan robot, Driver motor DC sebagai pengendali motor DC, dan untuk mekaniknya menggunakan roda dengan motor DC sebagai aktuatornya dan untuk programnya menggunakan bahasa C dengan software arduino.cc.

pengujian yang dilakukan antara lain untuk mengetahui sudut atau kemiringan robot untuk mampu mempertahankan keseimbangan, mengetahui sampai dimana robot mampu mempertahankan keseimbangan apabila di berikan sudut lintasan yang berbeda-beda, mengetahui seberapa lama waktu sistem robot beroda dua mampu mempertahankan keseimbangan pada bidang datar.

Kata kunci : *Arduino Uno; Sensor Gyroscope; Driver motor.*

ABSTRACT

Modern technology today, especially in the world of robotic technology experience growth very rapidly. Robot development not only on the mechanical sophistication, but also the control system using the system computerization. One of the robot with special later this many attracted the interest connoisseurs robots to in the develop is balancing robot two wheeled.

Balancing two-wheeled robot is a mobile robot that has wheel on the right and left will not be balanced if the absence of controller. Two-wheeled balancing robot requires a reliable control methods to maintain the position of the wheels in a state perpendicular to the earth's surface with out the need for external.

This designn uses a two wheeled robot arduino uno as a controller, gyroscope sensor as detection of the angle of the robot, the motor DC driver as controllers the motor DC, and to the weel mechanic with use motors DC as actuators, and to program using C language with software aduino.cc.

Tests performed among others to determine the angle or slope of the robot to be able to maintain a balance, determine the extent to which the robot is able to maintain balance when given angle different trajectory, know how long the system robot two wheeled capable of maintaining a balance on a plane.

Keywords : *Arduino uno; sensor gyroscope; driver motor*

PENDAHULUAN

Teknologi modern dewasa ini khususnya dalam dunia teknologi robot mengalami perkembangan yang sangat pesat. Banyak Negara maju berlomba-lomba untuk membuat

robot yang semakin mutakhir. Di Indonesia sendiri robot juga sudah mulai berkembang. Perkembangan robot tidak hanya pada kecanggihan mekaniknya saja, melainkan

juga sistem kendalinya menggunakan sistem komputerisasi. Pembuatan robot-robot dengan keistimewaan khusus ini sangat berkaitan erat dengan adanya kebutuhan dalam dunia industri modern yang menuntut adanya suatu alat dengan kemampuan yang tinggi yang dapat membantu menyelesaikan pekerjaan manusia ataupun untuk menyelesaikan pekerjaan yang tidak mampu diselesaikan oleh manusia. Salah satu jenis robot dengan kemampuan istimewa yang belakangan ini banyak menarik minat para pecinta robot untuk dikembangkan adalah balancing robot beroda dua.

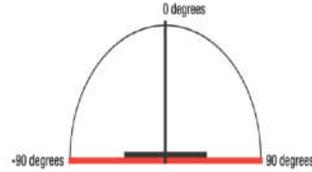
Balancing robot beroda dua merupakan suatu robot mobile yang memiliki sebuah roda di sisi kanan dan kirinya yang tidak akan seimbang apabila tanpa adanya kontroler. Menyeimbangkan robot beroda dua memerlukan suatu metode kontrol yang handal untuk mempertahankan posisi roda dalam keadaan tegak lurus terhadap permukaan bumi tanpa memerlukan pengendali lain dari luar. Bahkan sekarang ini konsep robot beroda dua telah digunakan sebagai alat transportasi yang bernama segway.

Penelitian skripsi ini adalah untuk merancang dan membuat robot beroda dua yang mampu menyeimbangkan dirinya yang tegak lurus terhadap permukaan bumi di daerah bidang datar. Pada penelitian skripsi ini digunakan *arduino uno*, *motor DC*, *motor driver* dan *sensor gyroscope GY 85* sebagai kontrol pengendali. *Gyroscope GY 85* di gunakan untuk menentukan besarnya sudut kemiringan badan robot terhadap permukaan bidang datar. Sehingga robot beroda dua ini dapat mempertahankan posisinya tegak lurus dengan seimbang terhadap permukaan bumi pada bidang datar.

Prinsip kerja *balancing* robot adalah dengan menjaga keseimbangan system. Untuk menjaga robot beroda dua ini seimbang, kontroler perlu mengetahui sudut relatif terhadap tanah, sehingga kontroler dapat memerintahkan motor dengan kecepatan dan arah yang tepat yang dibutuhkan agar tidak terjatuh. Untuk keakuratan pengukuran sudut atau kemiringan dari robot perlu mendeteksi kecepatan rotasi, menggunakan sensor *gyroscope*.

Sensor *gyroscope* merupakan sebuah sensor yang di gunakan untuk melakukan pengukuran sudut. Pengukuran ini memiliki referensi 0 derajat yang menyebabkan motor berhenti. Apabila pengukuran lebih dari 0 derajat maka motor akan berputar

proporsional ke depan. Demikian sebaliknya bila kurang dari 0 derajat, motor akan berputar berlawanan arah secara proporsional. Gambar posisi seimbang yang harus di pertahankan oleh *balancing* robot dapat dilihat pada gambar 1



Gambar 1. Posisi seimbang yang harus di pertahankan oleh balancing robot.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perancangan *balancing* robot antara lain :

- Metode kontrol yang digunakan dan diagram blok sistem kontrol
- Desain dan realisasi mekanik dan pendukungnya
- Desain dan realisasi *hardware* (*mikrokontroler*, *driver* motor DC, sensor, sumber, listrik dll).
- Desain dan realisasi *software* dan algoritma pendukung.

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang didasarkan pada ATmega328 (*datasheet*). *arduino uno* mempunyai 14 pin digital masukan/keluaran (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*, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel *USB* atau mensuplainya dengan sebuah adaptor *AC* ke *DC* atau menggunakan baterai untuk memulainya. Gambar *arduino uno* (ATMega 328 dapat dilihat pada gambar 2



Gambar 2. Arduino uno (ATMega 328)

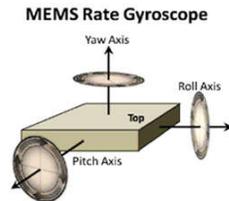
Sensor *gyroscope* berfungsi untuk mengukur/menentukan orientasi suatu benda berdasarkan pada ketetapan momentum

sudut. Dari pengertian lain *gyroscope* berfungsi untuk menentukan gerakan sesuai dengan gravitasi yang dilakukan oleh pengguna. *gyroscope* ini memiliki peranan yang sangat penting dalam hal mempertahankan keseimbangan suatu benda seperti penggunaannya pada pesawat terbang yang dapat menentukan kemiringan pada sumbu x,y, dan z.

Output yang dihasilkan oleh *gyroscope* berupa kecepatan sudut yang pada sumbu x akan menjadi ϕ (Φ), sumbu y menjadi θ (θ), dan sumbu z menjadi ψ (Ψ). Sebelum digunakan biasanya *gyroscope* di kalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan bandul yang fungsinya untuk menentukan nilai faktor atau pun dapat juga melihat pada datasheet sensor yang digunakan. Gambar sensor *gyroscope* dan ilustrasi sensor *gyroscope* dapat dilihat pada gambar 3 dan 4



Gambar 3. Sensor gyroscope



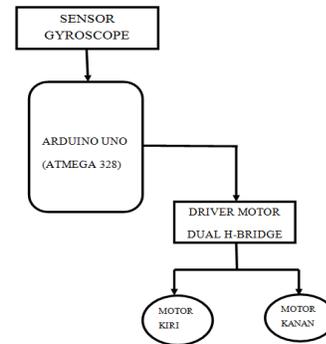
Gambar 4. Ilustrasi sensor gyroscope

Logika *fuzzy* digunakan untuk menyatakan hukum operasional dari suatu sistem dengan ungkapan bahasa, bukan dengan persamaan matematis. Banyak sistem yang terlalu kompleks untuk dimodelkan secara akurat, meskipun dengan persamaan matematis yang kompleks. Dalam kasus seperti itu, ungkapan bahasa yang digunakan dalam logika *fuzzy* dapat membantu dalam mendefinisikan karakteristik operasional sistem dengan lebih baik. Ungkapan bahasa untuk karakteristik sistem biasanya dinyatakan dalam bentuk implikasi logika yaitu Jika-Maka (*If-Then*). Dalam teori himpunan *fuzzy* tidak hanya memiliki dua kemungkinan dalam menentukan sifat keanggotaannya tetapi memiliki derajat keanggotaan yang nilainya antara 0 dan 1. Fungsi yang menetapkan nilai ini dinamakan fungsi keanggotaan yang disertakan dalam himpunan *fuzzy*.

Himpunan *fuzzy* memiliki dua atribut, yaitu linguistik dan *numeris*. Linguistik yaitu penamaan suatu grup yang mewakili suatu keadaan atau kondisi tertentu dengan menggunakan bahasa alami seperti muda, parobaya, tua. *Numeris* yaitu suatu nilai (angka) yang menunjukkan ukuran dari suatu variabel seperti 40, 25, 50, dsb. Ada beberapa hal yang perlu diketahui dalam memahami sistem *fuzzy*, yaitu variabel *fuzzy*, himpunan *fuzzy*, semesta pembicaraan, dan domain.

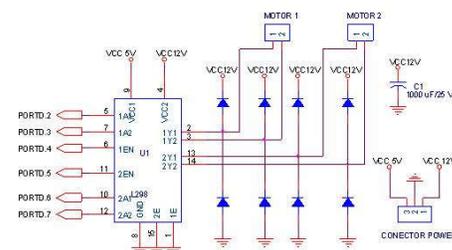
METODE PERANCANGAN

Blok Diagram rangkaian merupakan salah satu bagian terpenting dalam perancangan suatu alat, karena dari blok diagram rangkaian inilah dapat diketahui cara kerja rangkaian secara keseluruhan. Sehingga keseluruhan blok diagram rangkaian tersebut akan menghasilkan suatu sistem yang dapat difungsikan atau dapat bekerja sesuai dengan perancangan.



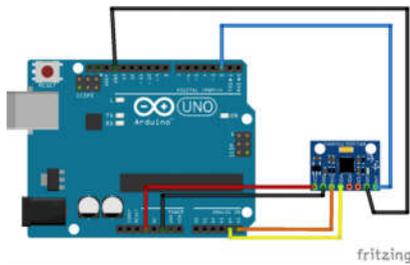
Gambar 5. Blok diagram

Perancangan Driver Motor DC Motor DC dapat bekerja saat diberi tegangan, pada perancangan *balancing* robot beroda dua, tegangan yang didapatkan oleh motor DC berasal dari sinyal yang berupa logika yang dihasilkan oleh mikrokontroler *ATmega328* yang diberikan ke pengendali motor. Gambar skema rangkaian *driver* motor DC dengan IC L298 dapat dilihat pada gambar 6



Gambar 6. Skema rangkaian driver motor DC dengan IC L298 (<https://technokitavr.wordpress.com/category/pwm-motor-dc/>)

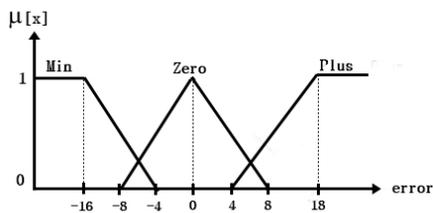
Perancangn Sensor Gyroscope. Pada perancangan ini akan berencana menggunakan *sensor gyroscope GY 521* yang memiliki pendeteksi navigasi sudut kemiringan (*Z-axis respon*) yaitu tingkat penyimpangan dari keadaan lurus seimbang (*pivot point*) sebesar $\pm 300^\circ/\text{sec}$. Pada rangkaian sensor *gyroscope GY 521* terdapat 8 pin masukan, tapi di perancangannya hanya di gunakan 5 pin, yaitu 3,3 V, GND, SCL, SDA, dan INT di mana Pin 3,3V sebagai tegangan masukan untuk GY 521, GND sebagai ground kemudian pin SCL dan SDA sebagai masukan analog untuk arduino uno sedangkan pin INT di hubungkan ke pin 2 digital. Gambar perancangan sensor *gyroscope GY 521* dapat dilihat pada gambar 7



Gambar 7. Perancangan sensor gyroscope GY 521

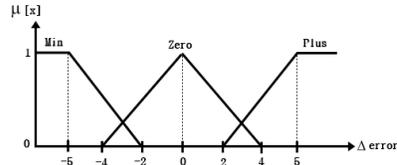
Fuzzyfikasi adalah proses pemetaan input *crisp* ke dalam himpunan-himpunan *fuzzy* yang disajikan dalam bentuk fungsi keanggotaan. Tujuan dari *fuzzifikasi* adalah mendapatkan derajat keanggotaan dari hasil pemetaan input *crisp* kedalam fungsi keanggotaan yang bersesuaian.

Fungsi Keanggotaan input (error). Nilai *error* didapat dari nilai sudut yang terbaca oleh sensor di kurangi *set point* yang di inginkan (0°).



Gambar 8. Fungsi keanggotaan error

Fungsi keanggotaan input (error). Nilai *error* didapat dari selisih antara *error* yang di dapatkan saat ini dengan.



Gambar 9. Fungsi keanggotaan error

Fungsi Keanggotaan Keluaran. Pada keluaran sistem model sugeno, pembentukan fungsi keluaran pada model sugeno memiliki fungsi yang lebih sederhana dengan respon lebih cepat dari model lain. Bentuk keluaran fungsi keanggotaan pada model sugeno mempunyai bentuk *single tone*, bentuk dengan derajat keanggotaan satu pada suatu nilai *crisp* tunggal dan nilai nol pada suatu *crisp* yang lain.

Karena keluaran dalam bentuk *single tone* maka fungsi pada setiap nilai linguistik bernilai satu dan nol. Keluaran pada sistem yang dibuat ada dua, yaitu PWM pengontrol motor dc kanan dan kiri. Untuk keluaran sistem yang berupa kecepatan memiliki 3 nilai linguistik, yaitu : PELAN, SEDANG, CEPAT. Gambar fungsi keanggotaan keluaran (kecepatan motor DC) dapat dilihat pada gambar 10



Gambar 10. Fungsi keanggotaan keluaran

Evaluasi aturan Pada basis aturan, terjadi proses pengolahan data masukan fuzzyfikasi dengan hasil keluaran yang dikehendaki dengan aturan-aturan tertentu. Dari aturan-aturan yang dibentuk inilah yang nantinya akan menentukan respon dari sistem terhadap berbagai kondisi *set point* dan gangguan yang terjadi pada sistem yang akan dibuat. Evaluasi aturan sistem fuzzy dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1. Evaluasi aturan sistem fuzzy

Error D error	Min	Zero	Plus
Min	Cepat	Pelan	Sedang
Zero	Pelan	Pelan	Sedang
Plus	Sedang	Sedang	Cepat

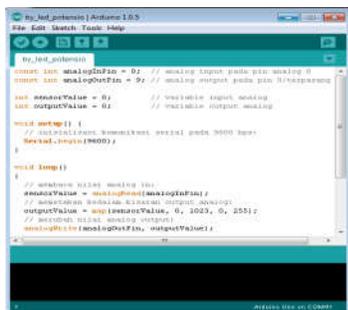
Berdasarkan tabel 1 maka sistem mempunyai 9 aturan *fuzzy*, yaitu :

1. Jika error = **Min** dan d_error = **Min** maka motor DC = **Cepat**.
2. Jika error = **Min** dan d_erro = **Zero** maka motor DC = **Pelan**.
3. Jika error = **Min** dan d_error = **Plus** maka motor DC = **Sedang**.
4. Jika error = **Zero** dan d_error = **Min** maka motor DC = **Pelan**.
5. Jika error = **Zero** dan d_error = **Zero** maka motor DC = **Pelan**.
6. Jika error = **Zero** dan d_error = **Plus** maka motor DC = **Sedang**.
7. Jika error = **Plus** dan d_error = **Min** maka motor DC = **Sedang**.
8. Jika error = **Plus** dan d_error = **Zero** maka motor DC = **Sedang**.
9. Jika error = **Plus** dan d_error = **Plus** maka motor DC = **Cepat**.

Defuzzyfikasi. merupakan pemetaan bagi nilai-nilai fuzzy keluaran yang dihasilkan pada tahap evaluasi aturan ke nilai-nilai keluaran kuantitatif. Pada perancangan robot ini proses defuzzyfikasi menggunakan metode rata-rata terpusat dan keluaran dari proses defuzzyfikasi berupa nilai PWM yang nantinya digunakan untuk mengontrol kecepatan motor DC.

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n cc - predi \cdot Zi}{\sum_{i=1}^n cc - predi}$$

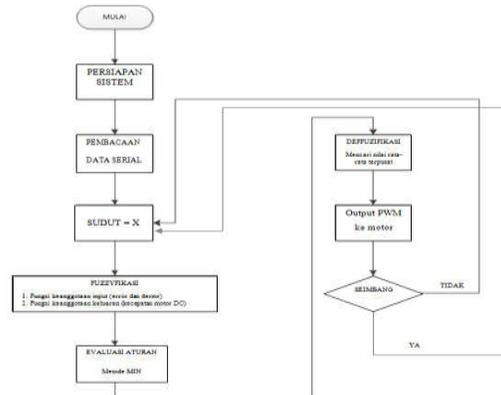
Perancangan Software Arduino. Perancangan software arduino dibuat dalam bahasa C menggunakan *software arduino.cc*, Kemudian disimulasikan untuk mendapatkan file hexadesimal dari program yang telah dibuat. Selanjutnya file hexadesimal tersebut di *download* ke dalam *flash eeprom Arduino UNO*. Gambar tampilan pada perangkat lunak arduino dapat dilihat pada gambar 11



Gambar 11. Tampilan pada perangkat lunak arduino

Flowchart Balancing Robot Beroda Dua dengan Menggunakan sensor gyroscope.

Flowchart berfungsi untuk mengetahui bagaimana algoritma dari sistem pergerakan robot. Gambar diagram alir balancing robot beroda dua dengan menggunakan sensor *gyroscope* dapat dilihat pada gambar 12



Gambar 12. Diagram alir balancing robot beroda dua dengan menggunakan sensor gyroscope

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Arduino Uno. Pengujian arduino uno dilakukan bertujuan untuk mengetahui sistem *board arduino uno* dapat bekerja dengan baik sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian dilakukan dengan menyalakan sebuah *LED (L1)* yang tersedia pada *board arduino uno* sendiri yang terhubung langsung dengan pin 13 (*pin digital*). *Listing* program menyalakan dan mematikan LED dapat dilihat pada tabel 2

Tabel 2. Listing program menyalakan dan mematikan LED

```
int ledPin = 13;

void setup()
{
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}

void loop()
{
  digitalWrite(ledPin, HIGH);
  delay(1000);
  digitalWrite(ledPin, LOW);
  delay(1000);
}
```

Dari tabel 2 di atas dapat dianalisa bahwa pada *listing* program tersebut dibuat sebuah variabel *ledPin* dengan *type integer*

dengan nilai 13. Pada bagian *void setup()* variabel tersebut diatur sebagai keluaran dengan perintah *pinMode (ledPin, OUTPUT)*. Pada bagian program utama *void loop()* dengan memberikan perintah *digitalWrite (ledPin, HIGH)* maka LED (L1) pada board *arduino uno* menyala. Perintah *delay (1000)* memberikan waktu tunda pada LED untuk bernilai *HIGH* selama 1000 *mS*. Perintah berikutnya *digitalWrite (ledPin, LOW)* maka LED akan padam. Perintah *delay (1000)* memberikan waktu tunda pada LED untuk bernilai *LOW* selama 1000 *mS*. Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan.

Pengujian Komunikasi Serial. Pada *arduino uno* dilakukan dengan menghubungkan port *USB* pada *laptop* menggunakan kabel *USB arduino uno*. Pengujian dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai data yang dikirim sesuai dengan yang diberikan. Listing program mengirim data pada *ardunino uno* dapat dilihat pada tabel 3

Tabel 3. Listing program mengirim data pada *arduino uno*

```
int a;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
}
void loop()
{
  a = 7;
  Serial.println(a);
  delay(10000);
}
```

Dari tabel 3 diatas Berdasarkan *listing* program diatas, data yang tersimpan pada variabel "a" yaitu nilai "7" akan dikirim ke *laptop* melalui komunikasi serial dengan perintah *Serial.println(a)*.

Pengujian Motor DC. Pengujian motor dc bertujuan untuk mengetahui output dari motor DC apabila di beri input yang berbeda-beda. Pengujian di lakukan dengan menggunakan *arduino uno* yang telah di program untuk memberikan input ke pada motor DC. Listing program motor DC dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Listring program motor DC

```
// motor 1
int in1 = 6;
int in2 = 7;
int enA = 11;

// motor 2
int in3 = 8;
int in4 = 9;
int enB = 10;

void setup ()
{
  // set pin motor
  pinMode (enA, OUTPUT);
  pinMode (enB, OUTPUT);
  pinMode (in1, OUTPUT);
  pinMode (in2, OUTPUT);
  pinMode (in3, OUTPUT);
  pinMode (in4, OUTPUT);
}
void loop ()
{
  // maju
  digitalWrite(in1,LOW);
  digitalWrite(in2,HIGH);
  analogWrite(enA, 100);
  digitalWrite(in3, LOW);
  digitalWrite(in4, HIGH);
  analogWrite(enB, 100);
  delay(1000);

  // mundur
  digitalWrite(in1, HIGH);
  digitalWrite(in2, LOW);
  analogWrite(enA, 100);
  digitalWrite(in3, HIGH);
  digitalWrite(in4, LOW);
  analogWrite(enB, 100);
  delay(1000);
}
```

Pengujian Sensor GY 521. Pengujian sensor bertujuan untuk mengetahui sudut kemiringan robot dengan arah putaran motor DC. Sensor GY-521 terhubung dengan mekanik robot beroda dua dan *arduino uno* kemudian data dari sensor akan di buat input dan keluarannya adalah kecepatan dan arah putaran motor DC. Gambar pengujian sensor GY 521 dapat dilihat pada gambar 13 dan 14



Gambar 13. Robot miring ke kiri

Parameter yang diamati adalah lama waktu sistem dapat bertahan pada keadaan seimbang. Data pengujian keseimbangan robot dapat dilihat pada tabel 7. Secara keseluruhan dari pengujian ini dapat dilihat bahwa robot beroda dua yang di rancang telah berjalan dengan baik. Proses penyeimbangan dengan bergerak sesuai arah dan kecepatan tertentu dapat berjalan sebagaimana mestinya.

KESIMPULAN

Dari perancangan, pengujian dan pengamatan yang telah dilakukan pada robot beroda dua maka dapat di ambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Sensor GY-521 yang di gunakan telah mampu melakukan pembacaan sudut dari -21° sampai 23° . Sehingga mampu memberikan keluaran yang di inginkan pada motor DC.
- b. Sistem robot beroda dua dapat seimbang yaitu mampu memperthankan posisi berdiri dan tanpa terjatuh dalam waktu rata – rata 7,25 menit dan sudut maksimal untuk mempertahankan keseimbangan yaitu antara 30° sampai -30° .
- c. Penerapan kontrol fuzzy pada robot beroda dua, membuat putaran dari motor DC akan bisa di atur sesuai dengan masukan dari sensor GY-521.
- d. Mengetahui perhitungan gaya pada robot ($T = r \cdot F$) maka dapat di ketahui pengaruh dimensi terhadap keseimbangan robot.

SARAN

Dalam perancangan dan pembuatan alat ini masih terdapat kelemahan. Untuk memperbaiki kinerja dari robot dan pengembangan lebih lanjut di sarankan :

- a. Penyempurnaan kontruksi mekanik terutama pada sistem mekanik *gearbox* motor DC agar lebih simetris antara satu dengan yang lainnya. Hal ini untuk mengurangi *noise* saat motor DC tersebut berputar.
- b. Dapat menggunakan metode kontrol lain seperti JST (Jaringan Syaraf Tiruan) atau metode lainnya untuk mengontrol

keseimbangan robot terhadap permukaan bumi pada bidang datar.

- c. Dapat di implementasikan pada robot line follower.

DAFTAR PUSTAKA

As'ari, M. Hasim. *Pendeteksi Sudut Menggunakan Gyroscope*. Makalah Seminar Tugas Akhir Universitas diponogoro. Semarang

Djurianto, Waru. 2012. *Pemanfaatan 3 Axis Gyroscope L3G4200D untuk Pengukuran Sudut Muatan Roket*. Jurnal EECIS.

Bobby, Grace. Implementasi Robot Keseimbangan Beroda Dua Berbasis Mikrokontroler. Jurusan Teknik Elektro Universitas Telkom. Bandung.

Khoswanto, Handry. 2013. *Semi Autonomous Telepresence Robot*. Universitas Kristen Petra. Surabaya

Mubarok, Asep. 2009. *Pendeteksi Rotasi Menggunakan Gyroscope Berbasis Mikrokontroler ATmega8535*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Diponogoro. Semarang.

Pamungkas, Afif putranto. *Balancing Robot Beroda Dua Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Tugas Akhir Universitas Dian Nuswantoro. Semarang.

Pamungkas, Afif putranto. *Balancing Robot Beroda Dua Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino*. Tugas Akhir Universitas Dian Nuswantoro. Semarang



Mohamad Junaedi, lahir di Mataram, 01 Juni 1991. Mahasiswa regular 2010. Teknik Elektro Konsentrasi Elektronika FT-UNRAM