

## SISTEM KONTROL ROBOT PENYEIMBANG BERBASIS ARDUINO MENGGUNAKAN METODE PID DENGAN KOMUNIKASI *BLUETOOTH HC-05*

Andi Chairunnas, Triyoga Ginanjar Pamungkas

Program Studi Ilmu Komputer – FMIPA Universitas Pakuan

Jl. Pakuan PO BOX 452, Bogor

Telp/Fax (0251) 8375 547

Email: [andichairunnas@unpak.ac.id](mailto:andichairunnas@unpak.ac.id), [triyoga.ginanjar.065114024@unpak.ac.id](mailto:triyoga.ginanjar.065114024@unpak.ac.id)

### Abstrak

*Penelitian ini membahas tentang sistem kontrol robot penyeimbang berbasis Arduino menggunakan metode pid dengan komunikasi bluetooth hc-05. Software yang di gunakan adalah Arduino IDE. Alat yang di gunakan pada sistem ini yaitu Arduino uno, MPU6050, drivermotor, bluetooth hc-05. Sistem ini berjalan berdasarkan inputan dari sensor MPU6050 yang digunakan untuk mendapatkan nilai tengah pada sebuah keseimbangan robot, Jika nilai keseimbangan tidak sama dengan nilai tengah maka motor robot akan bergerak dan berusaha untuk menyeimbangkan robot. Dan pada sistem ini di kontrol menggunakan bluetooth hc-05 sebagai mengontrol nilai tengah dan menetapkan nilai tengah.*

**Kata Kunci:** MPU6050, Balancing robot, Mikrokontroler, Arduino, Robot

### Abstract

*This research proposes self-balancing robot control systems with arduino using pid methods and bluetooth hc-05 to communicate. The software that is used for this system is Arduino IDE. The equipments that is used are Arduino uno, mpu6050, drivermotor, and bluetooth hc-05. This system works based on mpu6050 input signals to get a median in self-balancing robot, if the balance value is not equal to the median then the robot motors will move and try to balance the robot. This system is controlled by bluetooth hc-05 to control and determine the median.*

**Keyword :** MPU6050, Balancing robot, Mikrokontroler, Arduino, Robot

**Keywords :** MPU6050, Balancing robot, Mikrokontroler, Arduino, Robot

### 1. Pendahuluan

Perkembangan robotika di tanah air selama beberapa tahun terakhir ini terus mengalami peningkatan. Peserta lomba robot yang secara tetap diadakan tiap tahun mulai bertambah khususnya dikalangan mahasiswa. Di tingkat nasional ada Kontes Robot Cerdas Indonesia yang diselenggarakan oleh Direktor Perguruan Tinggi Indonesia dan pada tingkat internasional ada ROBOCON. Ternyata perkembangan robotika tidak hanya di kalangan mahasiswa, tetapi juga pada kalangan SD, SMP maupun SMA. Robot yang digunakan adalah LEGO ROBOTIC yaitu sebuah produk lego yang bisa dirangkai menjadi sebuah robot dan dapat diprogram dari komputer. LEGO ROBOTIC ini memadukan kemampuan mekanika dan kemampuan programming untuk memecahkan berbagai masalah.

Melihat keadaan ini, memperkenalkan pada khalayak bahwa robot juga bisa digunakan seperti simulasi atau *prototype* untuk dilakukan perancangan dan penganalisaan. Contoh sederhana yang dapat disimulasikan dengan robot adalah Robot balancing atau robot penyeimbang merupakan robot beroda dua yang dapat menyeimbangkan diri. Saat ini kebanyakan sistem keseimbangan telah diterapkan pada robot yang dapat mengudara, tetapi sedikit yang diterapkan pada robot di daratan. Untuk mengatasi serta memperluas perkembangan teknologi robotik di daratan tersebut, maka penulis berinisiatif untuk merancang

sebuah robot yang dapat menyeimbangkan diri dan dapat dikendalikan dengan smartphone android melalui bluetooth sebagai penghubung. Serta akan muncul cara baru dari kemampuan bermanuver dan mobilitas dalam aplikasi robotik di daratan, sehingga dapat menjadi acuan dalam perkembangan sistem transportasi yang ramah lingkungan dan modern.

Penelitian sebelumnya [5] menerangkan kestabilan pada robot dikendalikan dengan metode kendali PID, yang merupakan sistem pengendali yang berfungsi untuk mencari nilai kestabilan sehingga respon sistem yang diperoleh dapat mencapai setpoint. Maka dari itu diperlukan sistem penyeimbang yang dapat membaca sudut kemiringan pada robot. Pembacaan sudut tersebut akan menjadi acuan putaran pada roda.

Konsep robot penyeimbang didasarkan pada teori pendulum terbalik. Sebuah sistem kontrol yang sesuai dibutuhkan untuk mengontrol sistem sehingga seimbang dan stabil. Tujuan utama dari perancangan robot ini adalah untuk menjaga robot dalam keadaan tegak lurus. Meskipun di dunia robotika Robot Balancing sudah banyak dikenal, namun masih banyak yang dapat ditambahkan pada robot penyeimbang ini, dikarenakan saat ini robot penyeimbang hanya dibuat ada yang tanpa sensor jarak akan tetapi sudah menggunakan sistem android sebagai pengontrolnya dan ada juga robot penyeimbang yang dibuat dengan menggunakan sensor jarak akan tetapi tidak berbasis android. Berdasarkan latar belakang di atas maka penulis akan mengangkat sebuah judul "Sistem Kontrol Robot Penyeimbang Berbasis Arduino Menggunakan Metode PID Dengan Komunikasi *Bluetooth Hc-05*".

Dengan tujuan untuk merancang robot berbasis mikrokontroler yang dapat menyeimbangkan diri dan menghindari objek, melakukan analisa kendali motor berdasarkan data sensor, robot yang dapat membaca data dari sensor untuk menyeimbangkan diri, untuk mengetahui prinsip kerja secara umum dari sistem robot penyeimbangan yang di rancang.

Tujuan dari penelitian ini untuk merancang robot berbasis mikrokontroler yang dapat menyeimbangkan diri dan menghindari objek, melakukan analisa kendali motor berdasarkan data sensor, robot yang dapat membaca data dari sensor untuk menyeimbangkan diri, untuk mengetahui prinsip kerja secara umum dari sistem robot penyeimbangan yang dirancang, dan melakukan analisa dari hasil pengujian.

Ruang lingkup dalam laporan penelitian ini dibatasi pada ukuran *range* sudut yang di gunakan  $-5^\circ$  sampai dengan  $5^\circ$ , serta menggunakan kecepatan 10 rpm. Komunikasi bluetooth menggunakan module bluetooth HC-05 atau sejenisnya dengan jarak robot dan kontroler maksimum 10 meter, perancangan ini menggunakan mikrokontroler Arduino, arduino yang digunakan adalah Arduino UNO R3 atau Arduino yang dirancang sendiri (handmade) atau sejenisnya, dan software yang digunakan adalah Arduino IDE sebagai pemrograman bahasa C untuk mikrokontroler.

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dapat menambah wawasan dalam bidang mikrokontroler dalam membantu permasalahan yang lebih baik menggunakan mikrokontroler dan menjadi referensi dan menambah wawasan pengetahuan tentang penerapan aplikasi mikrokontroler dalam membantu pekerjaan menjadi lebih mudah dan efisien.

Sistem Kontrol adalah sebuah cara dimana kita mencoba mengontrol, mengorganisir dan memanfaatkan sesuatu dengan sebuah *controller* yang dibuat dengan menggunakan perangkat keras yang dipakai agar robot tersebut bekerja sesuai yang kita inginkan selaku user. Sistem kontrol juga pada umumnya memiliki beberapa jenis mulai dari *Open Loop Control*, *Closed Loop Control*, *Self Regulation* dan *Feed Forward Control*. Seiring berkembangnya teknologi, sistem kontrol banyak diterapkan dibidang apa saja termasuk dibidang robotika. Sistem kontrol dibidang robotika juga banyak cara penerapannya bisa dengan *joystick*, *wireless*, *Short Message System (SMS)* dan sensor yang memang diperuntukkan untuk sistem kontrol (Nugra, 2013).

Sistem kontrol juga merupakan suatu kumpulan cara atau metode yang dipelajari dari kebiasaan-kebiasaan manusia dalam bekerja, manusia membutuhkan suatu pengamatan kualitas dari apa yang telah mereka kerjakan sehingga memiliki karakteristik sesuai dengan yang diharapkan. Perkembangan teknologi menyebabkan manusia selalu terus belajar untuk mengembangkan dan mengotimalkan pekerjaan-pekerjaan kontrol yang semula dilakukan oleh manusia menjadi serba otomatis [6].

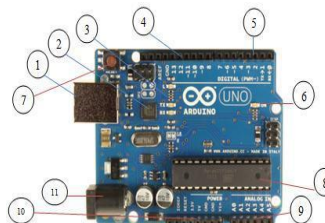
MPU 6050 adalah *chip IC inverse* yang di dalamnya terdapat sensor *accelerometer* dan *Gyroscope* yang sudah terintegrasi. Alasan menggunakan sensor ini adalah karena harganya relatif murah dimana sudah mendapatkan 2 sensor yang sudah terintegrasi.

Prinsip kerja dari MPU6050 ketika gyroscope bergerak maka akan menghasilkan tegangan output. Pada saat gyroscope diam maka tegangan akan konstan. Ketika gyroscope berputar searah jarum jam terhadap sumbu Z maka tegangan output berkurang (- Z), dan ketika gyroscope berputar berlawanan arah jarum jam maka tegangan output bertambah (+ Z). Sensor giroskop MEMS (*microelectromechanical*) berukuran kecil (antara 1 sampai 100 mikrometer, ukuran rambut manusia). Ketika gyroscope diputar, massa beresonansi kecil digeser sebagai perubahan kecepatan sudut. Gerakan ini diubah menjadi sinyal-sinyal listrik yang sangat kecil yang kemudian dinaikkan nilainya sehingga bisa terbaca oleh mikrokontroler.



Gambar 1. Modul GY 521 MPU-6050

Arduino Uno R3 adalah papan mikrokontroler berdasarkan ATMEGA8. Arduino ini memiliki 14 digital *input / output* pin (dimana 6 dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 input analog, *osillator kristal* 16 MHz, koneksi USB, *jack* DC, header ICSP, dan tombol reset. *Board* ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, cukup menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau kekuasaan itu dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai. Arduino Uno R3 berbeda dari semua papan sebelumnya yang tidak menggunakan *chip* FTDI *driver* USB-to-serial. Sebaliknya, Arduino ini memiliki fitur Atmega16U2 (Atmega8U2 hingga versi R2) diprogram sebagai konverter USB-to-serial.



Gambar 2. Arduino Uno R3

Sistem *Bluetooth* terdiri dari sebuah *radio transceiver*, *baseband linkManagement dan Control*, *Baseband (processor core, SRAM, UART, PCM USB Interface)*, *flash* dan *voice code*. sebuah *link manager*. *Baseband link controller* menghubungkan perangkat keras radio ke *baseband processing* dan *layer* protokol fisik. *Link manager* melakukan aktivitas-aktivitas protokol tingkat tinggi seperti melakukan *link setup*, autentikasi dan konfigurasi. Bentuk fisik modul *Bluetooth* HC-06 dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Bentuk Fisik Modul Bluetooth HC-06 dan HC-05

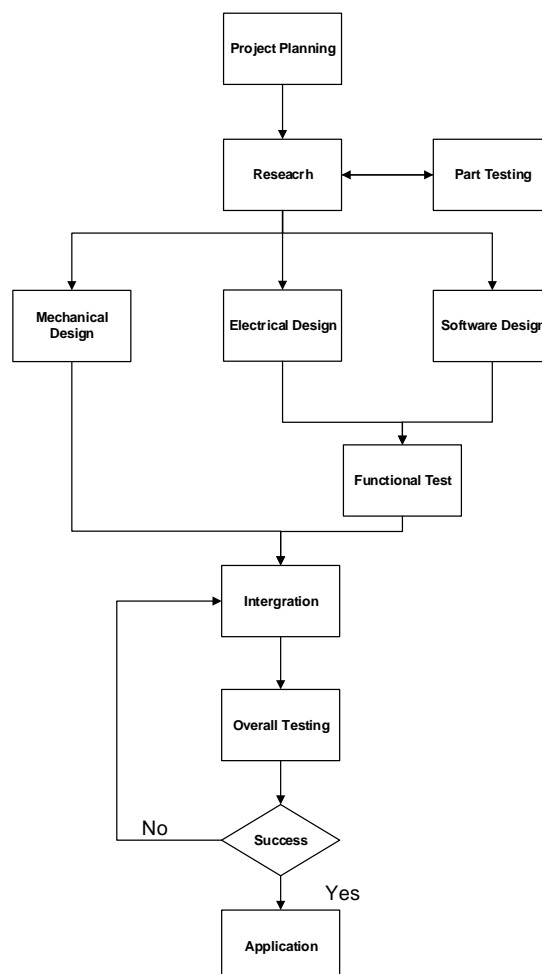
Motor DC atau motor listrik yang dimana dia memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk dirubah menjadi energi gerak mekanik. Energi mekanik ini digunakan untuk memutar *impeller* pompa, fan atau blower, menggerakkan kompresor, mengangkat bahan, dan lain-lain. Kumparan medan pada motor dc disebut *stator* (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut *rotor* (bagian yang berputar) dan biasanya motor dc digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalaan torque yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas [2].



Gambar 4. Motor DC

## 2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan untuk mengembangkan penelitian ini adalah metode penelitian bidang *hardware programming* yang ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Metode Penelitian *Hardware Programing*

### 2.1 Perencanaan Rancangan Penelitian (*Project Planning*)

Dalam perencanaan proyek penelitian, terdapat beberapa hal penting yang harus ditentukan dan dipertimbangkan, antara lain:

1. Penentuan topik dan kerangka awal penelitian
2. Estimasi kebutuhan alat dan bahan
3. Estimasi anggaran
4. Perangkat lain, dan
5. Kemungkinan penerapan dari *hardware* yang akan dirancang

### 2.2 Penelitian (*Research*)

Setelah perencanaan yang dilakukan telah matang, maka dilanjutkan penelitian awal dari *hardware* yang akan dibuat, dimulai dari pemilihan dan pengetesan komponen (alat dan bahan), kemungkinan dari rancangan awal maupun akhir dari *hardware* yang akan dilakukan yaitu "Sistem Kontrol Robot Penyeimbang Berbasis Arduino Menggunakan Metode PID dengan Komunikasi *Bluetooth* HC-05".

### 2.3 Pengetesan Komponen (*Parts Testing*)

Pada proses ini dilakukan pengetesan pada alat-alat yang akan digunakan sesuai kebutuhan dari aplikasi yang sebelumnya sudah didesain.

### 2.4 Desain Sistem Mekanik (*Mechanical Design*)

Proses perancangan mekanik merupakan hal penting yang harus dipertimbangkan dalam pengembangan *hardware*. Pada umumnya kebutuhan aplikasi terhadap desain mekanik antara lain :

1. Bentuk dan ukuran akrilik
2. Ketahanan dan fleksibilitas terhadap lingkungan
3. Penempatan modul-modul elektronik
4. Pengetesan system mekanik yang telah di rancang
5. Bentuk desain ukuran *interface hardware*

### 2.5 Desain Sistem Listrik (*Electrical Design*)

Sebelum merancang desain sistem listrik terdapat beberapa hal yang harus diperhatikan, antara lain:

1. Sumber catu daya dan pembagian daya untuk masing-masing komponen
2. Kontroller yang akan digunakan
3. Kebutuhan tegangan dan arus untuk mikrokontroler, sensor dan aktuator
4. Desain *driver* untuk pendukung aplikasi
5. Desain sistem kontrol yang akan diterapkan
6. Pengetesan sistem listrik yang telah dirancang
7. Flowchart perancangan sistem robot

### 2.6 Desain Perangkat Lunak (*Software Testing*)

Dalam proses ini, perangkat lunak yang dibutuhkan adalah Arduino IDE, Ms. Visio, Ms. Word, Fritzing, dan Google SketchUp.

### 2.7 Tes Fungsional

Tahap tes fungsional meliputi pengetesan fungsional sistem yang telah terintegrasi antara desain listrik dan desain perangkat lunak agar meningkatkan performa dan mengeliminasi error (bug) yang ada.

### 2.8 Integrasi atau Perakitan

Modul listrik yang diintegrasikan dengan *software* di dalam kontrollernya, diintegrasikan dalam struktur mekanik yang telah dirancang. Lalu dilakukan tes fungsional keseluruhan sistem.

## 2.9 Tes Fungsional Keseluruhan Sistem

Dilakukan pengetesan fungsi dari keseluruhan sistem, dalam tahap ini kita mencoba apakah sistem dapat berfungsi sesuai dengan konsep atau tidak. Jika dalam tahap tes ini terdapat sistem yang tidak sesuai dengan konsep maka harus dilakukan proses perakitan ulang pada setiap desain sistemnya.

## 2.10 Aplikasi (*Application*)

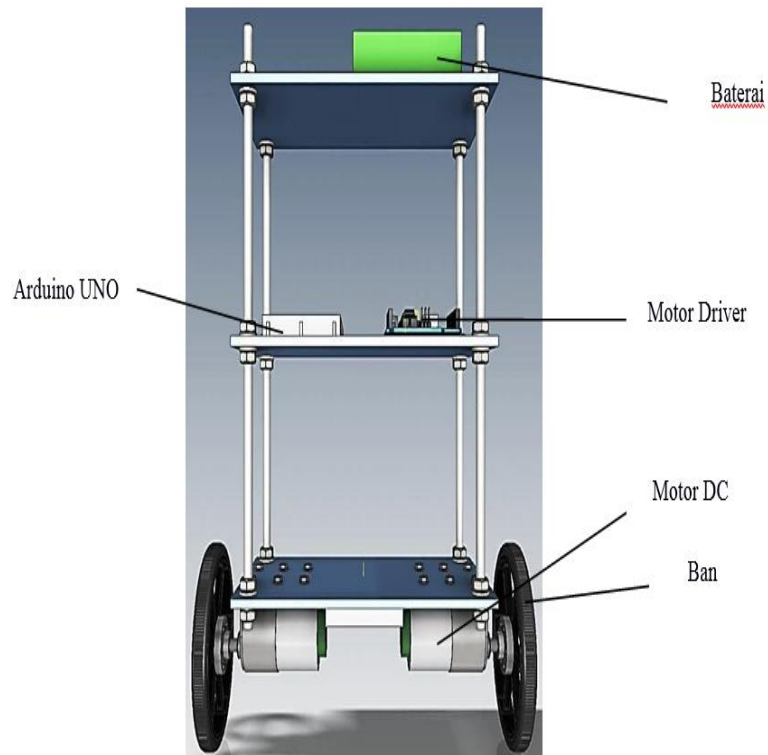
*Application* dilakukan untuk meningkatkan performa dari aplikasi yang telah dirancang. *Application* ditekankan pada desain mekanik agar penggunaan lebih maksimal serta optimal.

## 2.11 Perancangan dan Implementasi

Pada perencanaan rancangan penelitian ini dibutuhkan perencanaan arsitektur dengan menggunakan sensor mpu-6050 yang kemudian tersambung dengan mikrokontroler arduino untuk diproses mendapatkan sudut dan kecepatan, lalu data yang telah diproses oleh arduino akan di olah dengan perhitungan PID untuk dikirimkan berupa perintah-perintah ke motor dc melalui motor driver L298n, perintah tersebut akan dikirimkan ke motor dc untuk mengatur nilai sudut untuk keseimbangan apa yang sesuai data yang didapatkan.

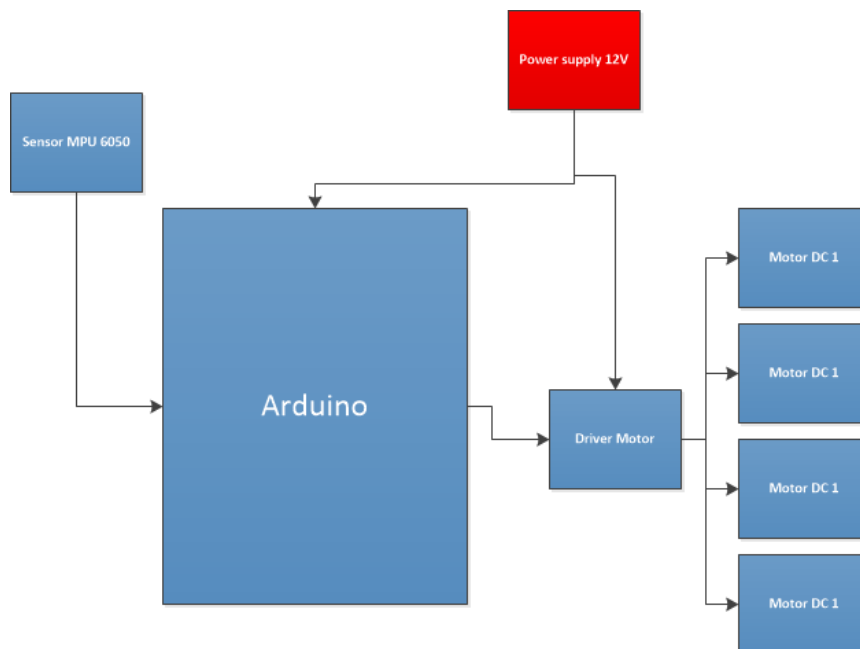
Setelah melewati proses perencanaan, proses selanjutnya yaitu penelitian awal dari aplikasi yang akan dibuat dimulai dari merancang rangkaian mekanik serta komponen dari model sistem kontrol dan model robot untuk memastikan bahwa semua komponen berjalan dengan optimal. Model sistem kontrol ini menggunakan papan Arduino Uno sebagai otak dari sistem kontrol yang akan mengatur manuver-manuver sebagai output dari robot. Input dari model ini adalah data yang didapat dari mpu-6050 biasanya didapat dengan cara memiringkan sensor tersebut sehingga mendapatkan nilai sudut kemiringan. Robot telah diberikan perintah untuk mengeksekusi manuver sesuai perintah yang telah diberikan oleh mikrokontroler arduino.

Pada tahap ini dilakukan pengetesan komponen-komponen yang akan digunakan menggunakan multimeter. Pengetesan menggunakan Arduino serial monitoring dilakukan dengan melihat output tiap komponen dan sensor yang terhubung dengan Arduino melalui koneksi USB. Pengujian menggunakan multimeter meliputi pengujian tegangan input dan output setiap komponen. Desain mekanik robotnya dapat dilihat pada Gambar 6 berikut.

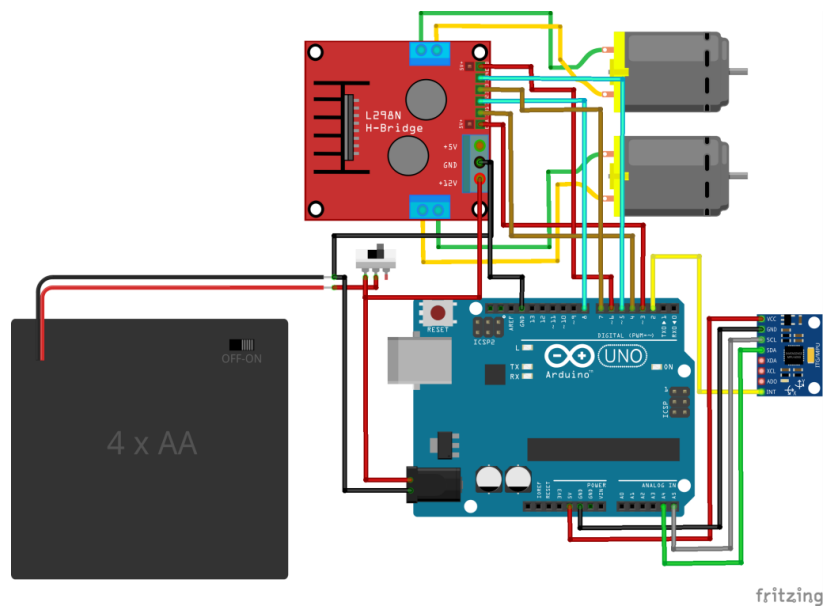


Gambar 6. Perancangan Sistem Mekanik Robot

Perancangan skematik rangkaian menggunakan perangkat lunak Fritzing berdasarkan diagram blok pada Gambar 7 berikut.



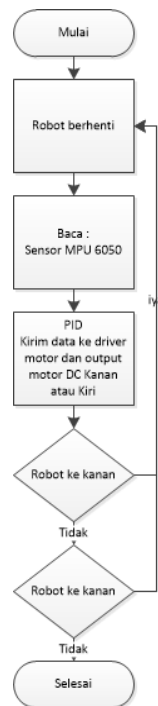
Gambar 7. Diagram Blok



Gambar 8. Skematik Rangkaian Robot Penyeimbang

Sumber tegangan menggunakan catu daya 12V yang akan menyuplai arus ke Arduino dan driver motor. Arus catu daya yang dialirkan ke arduino akan dialirkan kembali ke komponen-komponen seperti mpu-6050 dan Bluetooth HC-06/05. Pada mpu-6050 terdapat 3 output yang disambungkan dengan arduino yaitu SDA pada pin A4, SCL pada pin A5 dan INT pada pin 2. Kemudian masing- masing pin *ground* dihubungkan dengan pin *ground* Arduino.

Proses desain perangkat lunak sistem ini dibuat dengan Bahasa Pemrograman C pada arduino uno berdasarkan *flowchart* pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Flowchart Sistem Kontrol

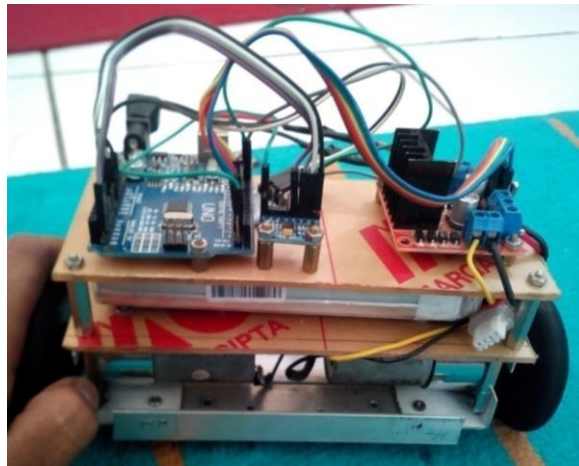


Setelah melakukan perancangan perangkat lunak kemudian dilakukan tes fungsional. Tes ini dilakukan untuk meningkatkan kinerja dari perangkat lunak dalam mengontrol perancangan desain listrik. Selain itu bertujuan untuk mengantisipasi adanya *error* dari perangkat lunak yang dibuat. Apabila *software* telah selesai diuji maka masuk ke proses perakitan. Proses perakitan ini dilakukan berdasarkan proses dari desain baik desain mekanik, elektronik maupun desain perangkat lunak.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Penelitian

Model *robot balancing* dibuat dari bahan akrilik dengan tebal 3mm, tinggi 10cm, lebar 7cm dan panjang 17cm. Pada *robot balancing*, arduino uno dihubungkan dengan sensor mpu-6050 untuk mendapatkan sumbu Y kemiringan dan arduino uno diset dengan *motordriver* yang terhubung dengan 2 buah motor dc.



Gambar 10. Keseluruhan Sistem

#### 3.2 Test Fungsional Keseluruhan Sistem (*Overall Testing*)

Dalam tahap ini dilakukan pengetesan fungsi dari keseluruhan sistem. Apakah dapat berfungsi sesuai dengan konsep atau tidak. Jika ada sistem yang tidak dapat bekerja dengan baik, maka harus dilakukan proses perakitan ulang setiap bagian sistemnya. Pengujian ini meliputi pengujian struktural, fungsional dan validasi.

##### 3.2.1 Pengujian Struktural

Tahap pengujian struktural ini dilakukan untuk mengetahui apakah jalur-jalur rangkaian sudah terhubung dengan benar sehingga sistem dapat berjalan berfungsi dengan baik. Pengujian ini dilakukan dengan mengetes jalur-jalur rangkaian menggunakan multimeter dan juga adaptor. Berikut tabel hasil pengujian struktural sistem.

Tabel 1. Pengujian Struktural

No	Komponen Sistem		Terhubung dengan	Keterangan
1	Arduino Uno pada robot balancing	Mpu-6050	SDA, SCL, INT, VCC, GND	Terhubung
		Motordrive L298D	Ena, Enb, In1, In2, In3, In4, GND	Terhubung
2	Motor Drive L298D	Motor DC	Socket M1, M2, M3, M4	Terhubung

##### 3.2.2 Pengujian Fungsional

Pada tahap ini dilakukan pengujian yang bertujuan untuk mengetahui apakah tegangan yang mengalir di dalam rangkaian sudah sesuai dengan yang dibutuhkan. Pengujian ini dilakukan dengan cara mengetes tegangan *output* tiap komponen dengan menggunakan multimeter maupun program.

### 3.2.3 Uji Coba Validasi

Tahap ini dilakukan dengan melakukan pengujian sumbu Y pada sensor mpu-6050, kecepatan motor, jari-jari ban, serta ketinggian robot.

#### 1. Pengujian sumbu Y sensor mpu-6050

Tabel 2. Pengujian sumbu Y sensor mpu-6050

No	Nilai sumbu Y	Nilai Titik Tengah	Kondisi motor DC	Keterangan
1	183.56	181.81	CW	Valid
2	183.28		CW	Valid
3	182.68		CW	Valid
4	182.18		CW	Valid
5	181.93		CW	Valid
6	181.81		Berhenti	Valid
7	181.74		CCW	Valid
8	181.67		CCW	Valid
9	181.28		CCW	Valid
10	181.17		CCW	Valid

#### 2. Pengujian sudut Y(°) sensor mpu-6050

Tabel 6. Pengujian sudut Y(°) sensor mpu-6050

No	Nilai sudut Y(°) – 180°	Nilai Titik Tengah	Hasil Sudut yang di dapatkan	Kondisi motor DC	Keterangan
1	183.56	181.81	+1.75	CW	Valid
2	183.28		+1.47	CW	Valid
3	182.68		+0.87	CW	Valid
4	182.18		+0.37	CW	Valid
5	181.93		+0.12	CW	Valid
6	181.81		0	Berhenti	Valid
7	181.74		-0.07	CCW	Valid
8	181.67		-0.14	CCW	Valid
9	181.28		-0.53	CCW	Valid
10	181.17		-0.64	CCW	Valid

#### 3. Pengujian Ukuran Ban

Tabel 7. Pengujian ukuran ban

No	Ukuran jari-jari	Kondisi robot
1	10.5 cm	Stabil bergerak
2	5 cm	Stabil bergerak

#### 4. Pengujian Tinggi Robot

Tabel 8. Pengujian tinggi robot

No	Ukuran tinggi	Kondisi robot
1	25 cm	Bergerak tidak stabil
2	10 cm	Stabil bergerak

#### 5. Pengujian Kecepatan Robot

Tabel 9. Pengujian kecepatan robot

No	Kecepatan robot	Kondisi robot
1	3 rpm	Bergerak stabil
2	5 rpm	Bergerak stabil
3	8 rpm	Bergerak stabil

4	10 rpm	Bergerak stabil
5	13 rpm	Bergerak stabil

Dari hasil uji coba yang saya lakukan, pada sensor mpu-6050 saya menggunakan sumbu Y pada sensor tersebut. Dengan nilai sudut yang akan dihasilkan sebesar maksimal  $5^\circ$  dan minimal  $-5^\circ$ . Nilai tersebut di tambahkan dengan nilai maksimal dari sumbu yaitu  $180^\circ$ , Contohnya nilai sumbu tersebut  $1,23^\circ$  dan nilai tersebut akan di tambahkan nilai sumbu maksimal yaitu  $180^\circ$  maka nilai perhitungannya akan menjadi  $181,23^\circ$ . Jika sudah mendapatkan nilai tersebut akan di bandingkan dengan nilai titik tengah yang sudah di tentukan sebelumnya yaitu  $181,81^\circ$ , jika nilai sensor lebih kecil dari sumbu maksimal maka motor dc akan bergerak berlawanan arah jam atau *CCW(Counter Clock Wise)* sebaliknya jika nilai sensor lebih besar dari sumbu maksimal maka motor dc akan bergerak searah jam atau *CW (Counter Wise)*. Untuk ukuran jari-jari ban dan ukuran tinggi berpengaruh pada gerak pada robot tersebut. Semakin jari-jari ban besar maka gerak robot akan semakin pelan tetapi terlihat seimbang, tetapi jika jari-jari ban nya kecil maka gerak robot akan semakin cepat dan terlihat robot berusaha untuk seimbang. Untuk tinggi robot jika semakin tinggi robot tersebut maka semakin keseimbangannya tidak stabil sebaliknya jika tinggi robot tidak lebih dari 12 cm maka robot terlihat seimbang.

### 3.3 Optimisasi Sistem (*Optimization*)

Pada model robot ini masih di temukan kendala dalam penentuan sudut yang di dapatkan dari sensor maka dapat dilakukan optimasi untuk meningkatkan performa dari model robot yang di rancang. Dalam perancangan selanjutnya dapat di kembangkan pada model robot ini khususnya pada penggunaan sensor agar mendapatkan sudut dan kecepatan yang sesuai, dengan kondisi kemiringan tertentu model robot ini masih tetap seimbang.

Dalam model robot ini masih di temukan kesalahan sistem dalam menentukan sudut kemiringan yang di peroleh dengan kondisi medan yang di terima sensor tersebut, harus adanya titik tengah agar kita mengetahui nilai maksimal sudut dan minimal sudut.

Tabel 10. Optimasi sudut kemiringan dengan kecepatan

No	Kecepatan robot	Sudut kemiringan $Y(^\circ)$	Kondisi robot
1	0 rpm – 100 rpm	$-5^\circ - 5^\circ$	Bergerak stabil
2	150 rpm – 250 rpm	$-5^\circ - 5^\circ$	Robot stabil tetapi bergetar
3	0 rpm – 100 rpm	$-6^\circ - 6^\circ$	Bergerak stabil tetapi tidak diam ditempat
4	150 rpm – 250 rpm	$-6^\circ - 6^\circ$	Robot tidak stabil
5	0 rpm – 100 rpm	$-7^\circ - 7^\circ$	Bergerak stabil tetapi tidak diam ditempat
6	150 rpm – 250 rpm	$-7^\circ - 7^\circ$	Robot tidak stabil
7	0 rpm – 100 rpm	$-8^\circ - 8^\circ$	Bergerak stabil tetapi tidak diam ditempat
8	150 rpm – 250 rpm	$-8^\circ - 8^\circ$	Robot tidak stabil
9	0 rpm – 100 rpm	$-9^\circ - 9^\circ$	Bergerak stabil tetapi tidak diam ditempat
10	150 rpm – 250 rpm	$-9^\circ - 9^\circ$	Robot tidak stabil

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, secara umum model robot bergerak stabil diam di tempat pada kecepatan 0 – 100 rpm lebih dari kecepatan tersebut maka robot akan bergerak stabil tetapi tidak diam ditempat. Untuk sudut kemiringan yang diuji dari 5 sampai 9 derajat jika lebih dari 9 maka robot bergerak semakin tidak stabil. Optimasi dilakukan untuk mengetahui seberapa jauh sudut kemiringan yang dapat di peroleh agar robot bergerak

seimbang yang dapat di pengaruhi oleh kecepatan motor serta kemungkinan terjadi adanya pengaruh dari luar.

#### 4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini, model sistem control robot keseimbangan dengan menggunakan komunikasi *Bluetooth hc-05*. Sistem ini menggunakan papan Arduino Uno, driver motor, MPU 6050, *Bluetooth hc-05*, Motor DC. Input sistem ini berupa nilai sumbu *y* yang didapatkan dari sensor MPU 6050. Nilai yang diperoleh tersebut akan diproses oleh arduino untuk disesuaikan dengan perintah yang ada dan menggerakkan motor dc untuk menyeimbangkan robot.

Model sistem kontrol robot beroda ini menggunakan komunikasi *Bluetooth hc-05* ini perlu pengembangan lebih lanjut untuk meningkatkan fungsi dan fitur sistem seperti :

1. Penggunaan motor dc sangat boros, terutama jika kita menggunakan baterai yang mempunyai daya tampung yang kecil. Mungkin bisa menggunakan baterai on board yang lebih besar daya tampungnya tetapi ukuran baterainya yang sangat besar dan memakan tempat. Tapi lebih baik kita mencari motor dc yang menggunakan daya kecil.
2. Untuk menambah kelengkapannya kita bisa menggunakan kontrol jalan pada robot.

#### References

- [1] Ansori, Wildan. Sistem Kontrol Robot Beroda Berbasis Mikrokontroler ATmega128 Menggunakan Speech Recognition Dengan Komunikasi Bluetooth Sebagai Transfer Data. Jurnal Skripsi. Jurusan Ilmu Komputer, Universitas Pakuan. 2014.
- [2] David. "Electronics Hub." [Online]. Available: <http://www.electronicshub.org/arduino-rotary-encoder/>. [Accessed 20 Oktober 2017]. 18 Februari 2016.
- [3] Gilang, Bayu. Robot Pemadam Api Dengan Sistem Pengontrol Kendali Jarak Jauh. Skripsi. Jurusan Ilmu Komputer, Universitas Pakuan. 2012.
- [4] H. D. Laksono, "Wordpress," Maret 2011. [Online]. Available: <https://herudibylaksono.files.wordpress.com/2011/03/kestabilansistem-kendali.pdf>. [Accessed 20 Oktober 2017].
- [5] Novandri, Andri, Rosalidar & Aulia Rahman. Rancang Bangun Robot Self Balancing Berbasis Mikrokontroler ATmega328P Dengan Kendali PID. Jurusan Teknik Elektro & Komputer, Universitas Syiah Kuala. 2017.
- [6] Sayyid, Abdul Rohman., Mada Sanjaya WS & Yudha Satya P. Kontrol Mobil Robot Menggunakan Hand Gesture Recognition Dengan Metode Adaptive Neuro-Fuzzy Interference System (ANFIS). Journal of Physics. Vol.2 No.1. 2015.
- [7] "Zona Elektro," 21 Oktober 2014. [Online]. Available: <http://zoniaelektro.net/motor-dc/>. [Accessed 20 Oktober 2017].