

## PERANCANGAN SISTEM *BALANCING* ROBOT BERODA DUA DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR *GYROSCOPE* BERBASIS ANDROID

Nurul Hadia <sup>1</sup>, Zikrul Khalid <sup>2</sup>, Sayet Achmady <sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan teknik informatika fakultas teknik

Universitas Jabal Ghafur – Jalan Glee Gapui, Sigli, Aceh, Indonesia

### Abstract

*A two-wheeled balancing robot is a mobile robot that has two wheels on the right and left which will not be balanced without a controller. This balancing robot is the development of an inverted pendulum model that is placed on a wheeled cart. Balancing a two-wheeled robot balancing requires a good and reliable control method to maintain the robot's position in a position perpendicular to the earth's surface, without the need for other controllers from outside. The main goal of this Final Project is to use a good control method to keep the robot's body balanced in a position perpendicular to the earth's surface. This two-wheeled balancing robot uses a Gyroscope Module to detect the angular velocity of the robot's body when it is about to fall. As for the propulsion used two DC motors. To solve this problem, a Proportional Integral Derivative (PID) control method is used to regulate the speed and direction of DC motor rotation. Determination of the value (tuning) of the PID control parameter is carried out by means of trial and error.*

*Keywords : Balancing Robot, Gyroscope.*

### Abstrak

*Balancing robot (robot penyeimbang) beroda dua merupakan suatu robot mobile yang memiliki dua buah roda disisi kanan dan kirinya yang tidak akan seimbang apabila tanpa adanya kontroler. Balancing robot ini merupakan pengembangan dari model pendulum terbalik (inverted pendulum) yang diletakkan di atas kereta beroda. Menyeimbangkan balancing robot beroda dua memerlukan suatu metode kontrol yang baik dan handal untuk mempertahankan posisi robot dalam posisi tegak lurus terhadap permukaan bumi, tanpa memerlukan pengendali lain dari luar. Tujuan utama dari Tugas Akhir ini adalah menggunakan metode kontrol yang baik untuk menjaga badan robot seimbang dalam posisi tegak lurus terhadap permukaan bumi. Balancing robot beroda dua ini menggunakan Gyroscope Module untuk mendeteksi kecepatan sudut badan robot ketika akan terjatuh. Sedangkan untuk penggeraknya digunakan dua buah motor DC. Untuk menyelesaikan permasalahan tersebut digunakan sebuah metode kontrol *Proportional Integral Derivative* (PID) untuk mengatur kecepatan dan arah putar motor DC. Penentuan nilai (tuning) parameter control PID dilakukan dengan cara *trial and error*.*

*Kata kunci: Balancing Robot, Gyroscope.*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi robotika telah membuat kualitas kehidupan manusia semakin tinggi. Saat ini perkembangan teknologi robotika telah mampu meningkatkan kualitas maupun kuantitas berbagai industri. Teknologi robotika juga telah menjangkau sisi hiburan dan Pendidikan bagi manusia. Salah satu cara menambah tingkat kecerdasan sebuah robot adalah dengan menambah sensor, metode control bahkan memberikan kecerdasan buatan pada robot tersebut. Salah satunya adalah balancing robot beroda dua. Andra Laksana (2018) Balancing robot (robot penyeimbang) beroda dua merupakan suatu robot mobile yang memiliki dua buah roda disisi kanan dan kirinya yang tidak akan seimbang apabila tanpa adanya kontroler. Balancing robot ini merupakan pengembangan dari model pendulum terbalik (inverted pendulum) yang diletakkan di atas kereta beroda. Menyeimbangkan robot beroda dua memerlukan suatu metode kontrol yang baik dan handal untuk mempertahankan posisi robot dalam keadaan tegak lurus terhadap permukaan bumi tanpa memerlukan pengendali lain dariluar.

Raymond Chandra Putra (2020) Gyroscope adalah suatu alat navigasi yang dapat digunakan untuk mengukur orientasi perangkat. Cara kerja gyroscope adalah dengan mengukur kecepatan sudut dan seberapa cepat mengelilingi suatu sumbu. Gyroscope mempunyai 3 sumbu x, y, dan z y.

## 2. KARAKTERISTIK SISTEM

### 1. Komponen sistem (*components sistem*)

Komponen sistem adalah segala sesuatu yang menjadi bagian penyusun sistem. Komponen sistem dapat berupa benda nyata atau pun *abstrak*. Komponen sistem disebut sebagai subsistem, dapat berupa orang, benda, hal atau kejadian

yang terlibat didalam sistem.

### 2. Mempunyai Batas sistem (*boundary*)

Batas sistem diperlukan untuk membedakan satu sistem dengan sistem lain. Tanpa adanya batas sistem maka sangat sulit untuk menjelaskan suatu sistem. Batas sistem akan memberikan batasan *scope* tinjauan terhadap sistem.

### 3. Mempunyai Lingkungan (*environment*)

Lingkungan sistem adalah segala sesuatu yang berada di luar sistem. Lingkungan sistem dapat menguntungkan ataupun merugikan. Umumnya lingkungan yang menguntungkan akan selalu dipertahankan untuk menjaga keberlangsungan sistem.

4. Mempunyai Penghubung/antar muka (*interface*) antar komponen Penghubung/antar muka merupakan komponen sistem, yaitu segala sesuatu yang bertugas menjembatani hubungan antar komponen dalam sistem.

### 5. Mempunyai Masukan (*input*)

Masukan merupakan komponen sistem, yaitu segala sesuatu yang perlu dimasukkan ke dalam sistem sebagai bahan yang akan diolah lebih lanjut untuk menghasilkan keluaran yang berguna.

### 6. Mempunyai Pengolahan (*processing*)

Dalam sistem informasi manajemen, pengolahan adalah berupa program aplikasi komputer yang dikembangkan untuk keperluan khusus.

### 7. Mempunyai Keluaran (*output*)

Keluaran merupakan komponen sistem berupa berbagai macam bentuk keluaran yang dihasilkan oleh komponen pengolahan.

### 8. Mempunyai Sasaran (*objective*) dan Tujuan (*goal*)

Setiap komponen dalam sistem perlu dijaga agar saling bekerja sama dengan harapan agar mampu mencapai sasaran

dan tujuan sistem. Sasaran berbeda dengan tujuan.

9. Mempunyai Kendali (*control*) Bagian kendali mempunyai peran utama menjaga agar proses dalam sistem dapat berlangsung secara normal sesuai batasan yang telah ditetapkan sebelumnya.

## 2.1 DEFINISI ROBOT

Adi Suwarno (2019), Robot merupakan hal yang kompleks dan sulit dideskripsikan dengan kata-kata. Robot biasanya diprogram untuk melakukan pekerjaan berulang kali dan memiliki mekanisme yang dipandu oleh kontrol otomatis. Sedangkan robotika pada dasarnya adalah ilmu yang mempelajari tentang robot, sehingga robotika memiliki definisi sebagai cabang teknologi yang berkaitan dengan desain, konstruksi, operasi, dan aplikasi dari robot.

Robot adalah seperangkat alat mekanik yang biasa melakukan tugas fisik, baik dengan pengawasan dan *control* manusia, ataupun menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dahulu (kecerdasan buatan). Istilah robot berawal Bahasa Ceko “*robota*” yang berarti pekerja atau kuli yang tidak mengenal lelah atau bosan.

## 2.2 DEFINISI PERANCANGAN

### 2.3 Komponen Elektronika

Menurut Endri Maulana (2018), “Komponen Elektronika disimpulkan bahwa “rangkaiian elektronika, komponen-komponen elektronika dibagi dalam jenis komponen pasif dan komponen aktif”.

#### 1. Komponen Pasif

Komponen pasif adalah komponen yang dapat digunakan tanpa tegangan minimal. Contoh komponen pasif yaitu: *Resistor, Kapasitor, Transformator Trafo*, dll.

#### 2. Komponen Aktif

Komponen Aktif adalah komponen yang dapat digunakan jika ada tegangan minimal. Contoh komponen aktif yaitu : *Transistor, Dioda, IC (Integrated circuit)*, dll.

## 2.4 HARDWARE

### 2.4.1 Arduino Uno

Arduino Uno adalah *board* mikrokontroler berbasis ATmega328(*datasheet*). Memiliki 14 pin *input* dari *output* digital dimana 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM dan 6 pin *input analog*, 16 MHz *osilator* kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan *Board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke *adaptor-DC* atau baterai untuk menjalankannya. Setiap pin dapat memberikan atau menerima suatu arus maksimum 40 mA dan mempunyai sebuah *resistor pull-up* (terputus secara *default*) 20-50 kOhm.



Gambar 2.4.1 Bagian-bagian Arduino Nano

### 2.4.2 Bluetooth

*Bluetooth* HC-05 adalah sebuah modul *Bluetooth* SPP (*Serial Port Protocol*) yang mudah digunakan untuk komunikasi serial *wireless (nirkabel)* yang *mengkonversi port*. Modul ini dapat digunakan se-

bagai *slave* maupun *master*. Dalam penggunaannya,

### 2.4.3 Motor DC

Gambar 1.5 Modul *Bluetooth* HC-05

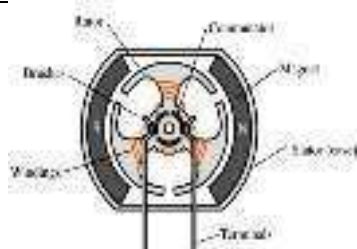
Motor listrik merupakan perangkat *elektromagnetis* yang mengubah energi listrik menjadi energi mekanik. Pada dasarnya energi ini digunakan untuk memutar benda benda yang ada di sekitar, seperti untuk memggerakkan *fan* atau kipas, menggerakkan *kompresor*, mengangkat bahan, dan masih banyak yang lainnya, dan disini penulis menggunakan motor DC untuk menjalankan *balancing robot*.



Gambar 2.7 Motor DC

Adapun yang dapat diperhatikan dari Motor DC ini adalah polaritas dari tegangan diterapkan pada dua terminal menentukan arah putaran motor, sedangkan perbedaan besar pada kedua tegangan terminal menentukan kecepatan motor.





Gambar 1.6 Bagian Dalam Motor DC

### Baterai Lipo

Sebuah baterai *lithium polymer*, atau lebih tepatnya baterai *polimerlithium-ion* (disingkat sebagai Lipo, LIP, Li-poli dan lain-lain), adalah baterai isi ulang dari *lithium-ion* teknologi menggunakan po-



limer elektrolit bukan cairan *elektrolit* yang lebih umum.

Gambar 1.7 Baterai Lipo

### MPU6050

Modul sensor yang berisi MEMS (*Micro-electromechanical systems*) untuk *accelerometer* dan *gyro* dalam satu chip yang super kecil. Kemampuan sensor ini sangat akurat, karena berisi *hardware* khusus untuk konversi *analog* ke digital selebar 16-bit untuk masing-masing *channel*nya.



Gambar 1.8 MPU6050

## SOFTWARE

### Scilab

Menurut Saifuddin Arief (2019) *Scilab* adalah *freeware* yang dikembangkan untuk komputasi numerik. *Scilab* menyediakan ratusan fungsi yang merepresentasikan operasi matematika, analisis data serta *algoritma* dalam komputasi numerik. *Scilab* juga merupakan bahasa pemrograman tingkat tinggi yang dapat digunakan untuk pengembangan suatu *algoritma*.



Gambar 1.9 *Scilab*

### IDE Arduino

Arduino menggunakan *Software Processing* yang digunakan untuk menulis program kedalam *Arduino*. *Processing* sendiri merupakan penggabungan antara bahasa C dan Java. *Software Arduino* ini dapat di-*install* di berbagai *operating system* (OS) seperti: LINUX, Mac OS, *Windows*.

Gambar 1.10 IDE Arduino



### Android

AL Lestari (2018) *Android* adalah sebuah kumpulan perangkat lunak untuk perangkat *mobile* yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi utama *mobile*. *Android* memiliki empat karakteristik sebagai berikut :



Gambar 1.11 *Android*

### MIT App Inventor

MIT App *Inventor* adalah lingkungan pengembangan terintegrasi aplikasi web yang awalnya disediakan oleh *Google*, dan sekarang dikelola oleh *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Ini memungkinkan pendatang baru dalam pemrograman komputer untuk membuat perangkat lunak aplikasi (aplikasi) untuk dua sistem operasi (OS): *Android* , dan *iOS* .



Gambar 1.12 MIT App *Inventor*

## PEMROGRAMAN

### Bahasa C

C merupakan bahasa pemrograman yang memiliki sifat Pemrograman berorientasi *objek*, Untuk menyelesaikan masalah, C melakukan langkah pertama dengan menjelaskan *class-class* yang merupakan anak *class* yang dibuat sebelumnya sebagai *abstraksi* dari objek-objek fisik, *Class* tersebut berisi keadaan *object*, anggota-anggotanya dan kemampuan dari *objectnya*, Setelah beberapa *Class* dibuat kemudian masalah dipecahkan dengan *Class*.

Bahasa C merupakan bahasa yang *powerful* dan fleksibel yang telah terbukti dapat

menyelesaikan program-program besar seperti pembuatan sistem operasi, pengolah gambar (seperti pembuatan *game*) dan juga pembuatan *kompilator* bahasa pemrograman baru.

### Bahasa Pemrograman Java

Java adalah bahasa pemrograman yang dapat dijalankan di berbagai komputer termasuk telepon genggam. Java merupakan bahasa pemrograman yang bersifat umum atau nonspesifik (*general purpose*), dan secara khusus didesain untuk

### Konsep Rancangan Sistem

Pada perancangan disini yang dimaksudkan meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perangkat lunak (*software*). Perangkat keras yang akan digunakan meliputi motor DC, *Bluetooth*, motor, arsitektur ATmega328, serta rangkaian *system Balancing robot* dan mekaniknya. Perancangan perangkat kerasnya menggunakan Arduino Nano sebagai media untuk menanamkan program kedalam *mikrokontroller*, *Bluetooth* sebagai penghubung antara *smartphone* dengan *android* dan perancangan perangkat lunak dilakukan dengan menggunakan program Arduino 1.8.15. Secara umum cara kerja *system* ditunjukkan pada gambar 3.1.



### Alat Dan Bahan Yang Dibutuhkan

Perancangan *system* secara keseluruhan memerlukan beberapa alat dan bahan yang digunakan dengan deskripsi alat dan bahan sebagai berikut:

1. Alat yang digunakan meliputi
  - a) Personal Computer (PC)

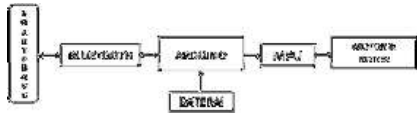
memanfaatkan dependensi implementasi seminimal mungkin. Karena fungsionalitasnya yang memungkinkan aplikasi Java mampu berjalan di beberapa *platform* sistem operasi yang berbeda, Java dikenal pula dengan slogannya, “Tulis sekali, jalankan di mana pun”. Saat ini Java merupakan bahasa pemrograman yang paling populer digunakan, dan secara luas dimanfaatkan dalam pengembangan berbagai jenis perangkat lunak atau aplikasi.

- b) Software Arduino 1.8.15
- c) Android Studio
- d) Solder
- e) Lem Lilin
- f) Pisau
- g) Bor Mini
- h) Pisau

2. Bahan-bahan yang digunakan
  - a) Arduino Nano sebagai *bootloader* untuk upload program.
  - b) MPU6050
  - c) Motor DC
  - d) Motor
  - e) Sim card
  - f) Bluetooth
  - g) Baterai Lipo
  - h) Timah solder.
  - i) Kabel Pelangi



### RANCANGAN PERANGKAT KERAS (HARDWARE)

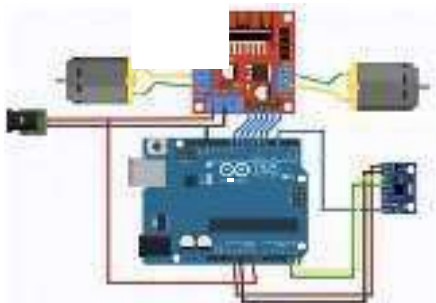


Gambar 1.14 Diagram Blok Rangkaian

Pada Gambar 3.2 merupakan alur dari diagram blok, yang dimana terdapat konfigurasi seluruh rangkaian yang digunakan. Prinsip dari kerja sistem yang dirancang adalah *Smartphone* menjadi media untuk memberikan *inputan* pada *mikrokontroler* yang terhubung melalui jaringan *wifi*, ketika *mikrokontroler* menerima *inputan* dari komputer yang berupa perintah *takeoff*, maju, mundur, belok kiri, belok kanan, maka *inputan* tersebut akan menjadi perintah tergantung tombol mana yang di tekan pada monitor *Smartphone*.

Setelah melakukan perancangan perangkat keras dari seluruh komponen dan bahan yang digunakan, maka rangkaian *system* keseluruhan akan terlihat seperti gambar 1.15 sebagai berikut:

Gambar 1.15 Rangkaian *Balancing Robot* Beroda Dua Keseluruhan

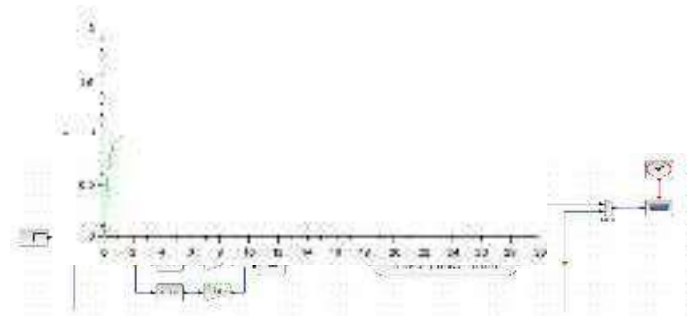


### RANCANGAN PERANGKAT LUNAK (SOFTWARE)

Perancangan perangkat lunak *balancing robot* beroda dua dengan melakukan penulisan *listing* program kedalam suatu *Software* *Arduino* 1.8 .15 dengan menggunakan Bahasa pemrograman C dan JAVA, dimana perintah- perintah program tersebut akan di *upload* kedalam *Arduino nano* yang menggunakan IC *ATmega328* dan kemudian akan menggunakan alat *control* untuk mengontrol *balancing robot*.

### HASIL PERHITUNGAN PID

1. Stuktur dari pengendali *Proportional Integral Derivatif (Kd) Motor DC*  
 Dengan memeberi nilai 10 pada nilai *Kd* maka respon yang dei dapat lebih cepat  
 Gambar 1.23 Stuktur Dari Pengendali *Proportional Integral Derivatif Motor DC*



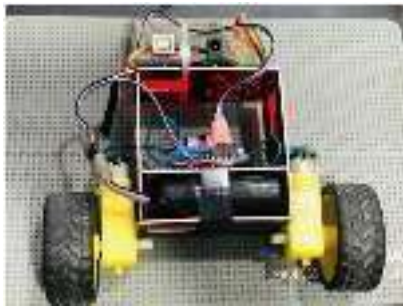
Gambar 1.24 Grafik Nilai PID (*Proportional Integral Derivatif*)

### PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengujian dari beberapa rangkaian dan komponen pada proyek tugas akhir ini, maka dapat diambil kesimpulan bahwa seluruh rangkaian dapat bekerja dengan baik dan sesuai dengan fungsi dari masing-masing komponen.



PERANCANGAN ( GAMBAR ALAT APLIKASI)



Gambar 1.25 *Balancing* robot tampak dari depan





Gambar 1.26 *Balancing* robot tampak dari atas






Gambar 1.27 *Balancing* robot tampak dari samping

Aplikasi

Fungsi tombol pada aplikasi :

 untuk mengkoneksikan perangkat dengan *Balancing* robot.  untuk memajukan *Balancing* robot kearah depan.

 untuk memundurkan *Balancing* robot kearah belakang.  untuk membelokkan *Balancing* robot kearah kanan.  untuk membelokkan *Balancing* robot kearah kiri.



Gambar 1.28 Tampilan Aplikasi

KESIMPULAN :

Berdasarkan dari uji coba Perancangan Sistem *Balancing Robot* Beroda Dua Dengan Menggunakan Sensor *Gyroscope* Berbasis *Android* di atas dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. *Balancing* robot dapat mempertahankan posisi tegak lurus terhadap permukaan bumi hanya dengan menggunakan dua buah roda.
2. *Balancing* robot akan berdiri seimbang pada nilai set point 180 dan nilai Kp 50, Ki 30 dan Kd 10.
3. Kontrol antara *smartphone* dengan *balancing* robot dilakukandengan koneksi *Bluetooth*.
4. Rancangan yang dibuat berhasil dapat meningkatkan kemudahan untuk mengendalikan *Balancing* robot.
5. *Balancing* robot ini bisa di kendalikan hanya sampai batasan jarak 10-13 meter.
6. Dengan ukuran yang kecil *Balancing* robot ini bisa menyeimbangkan dirinya hanya dengan menggunakan dua roda.

SARAN :

Berdasarkan perancangan dan kesimpulan diatas, ada beberapa saran yang dapat diberikan dalam rangka pengembangan Perancangan Sistem *Balancing Robot* Beroda Dua Dengan Menggunakan Sensor *Gyroscope* Berbasis *Android* sebagai berikut :

1. *Balancing* robot beroda dua ini dapat dikembangkan sehingga dapat melakukan *tracking* (berjalan) dengan menggunakan *remote control*.

2. Sistem ini tidak hanya dapat digunakan pada *balancing* robot beroda dua, tetapi juga bisa di kembangkan untuk *balancing* robot yang belih nyata.

3. Bagi peneliti selanjutnya, sistem ini dapat dikembangkan agar dapat dikendalikan dengan jarak yang lebih jauh, mungkin bisa dengan cara menambahkan perangkat penerima sinyal *wifi* atau pemancarnya.

#### REFERENSI :

Abed Nego. 2019 “*Perbandingan Proportional – Integral – Derivative (Pid) Dan Linear Quadratic Regulator (Lqr) Sebagai Sistem Kontrol Kestabilan Pada Motor Dc*” Departemen Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara Medan 2019

Adetiya Pratama. 2019 “*implementasi pid controller pada self balancing robot* “ program studi teknik elektro, fakultas teknologi informasi dan elektro universitas teknologi yogyakarta.

Adi surwano. 2019 “*Pengendali Robot Arm Menggunakan Smartphone Android*” Jurnal Gerbang, Volume 9 No. 2 Agustus 2019

Agus Setiawan, Deddy Susilo, Gunawan Dewantoro. 2021 “*Self-Balancing Robot Beroda Dua Dengan Metode Pid*” Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Satya Wacana Salatiga, Indonesia. Vol.10 No 1 Tahun 2021 P-ISSN : 2303-3142

Andra Laksana, Iwan Setiawan, Sumardi Jurusan. 2018 “*Balancing Robot Beroda Dua Menggunakan Metode Kendali Proporsional Integral*” Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Jl. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, Indonesia.

Endri Maulana 2018. “*Pemanfaatan Layanan SMS Telepon Seluler Berbasis Mikrokontroler Atmega328p Sebagai Sistem Kontrol Lampu Rumah*”. Jurnal Teknik komputer akmik BSI. Vol. III, No.

1, Februari 2017 ISSN. 2442-2436.

Marfanri Lamatenggo, Ifan Wiranto, Wrastawa Ridwan. 2020 “*Perancangan Balancing Robot Beroda Dua Dengan Metode Pengendali PID Berbasis Arduino Nano*” Fakultas Teknik Elektro. Universitas Negeri Gorontalo Gorontalo, Indonesia. Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering (JEEEE). Volume 2 Nomor 2 Juli 2020.

Mohamad Subhan. (2012). “*Analisa Perancangan Sistem*”: CV. Andi Offset, Yogyakarta.

Reynaldi NR. 2019 “*Sistem Kontrol Sepeda Motor Menggunakan Arduino Dan Android*” Jurnal Mahasiswa Bina Insani, Vol.4, No.1, Agustus 2019, 23 – 34 ISSN: 2528-6919

Satria Nur Cahya , Wahyudi Wahyudi, Sumardi Sumardi. 2015 “*Perancangan Self- Balancing Robot Menggunakan Logika Fuzzy Untuk Tuning Parameter Kendali Proporsional Integral Derivatif*”. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro, Indonesia. Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, vol. 4, no. 3, pp. 660-668, N