

PENGENDALIAN ROBOT RODA DUA DENGAN KENDALI PID

Daniel Sutopo Pamungkas, dan Karina Wardani

¹Teknik Elektro, Politeknik Negeri Batam

E-mail: daniel@polibatam.ac.id

Abstract

A two-wheeled balancing robot (balancing robot) is a mobile robot that has two wheels on the right and left sides which will not be balanced without a controller. This balancing robot is a development of an inverted pendulum model placed on a wheeled cart. Balancing the balancing of the two-wheeled robot requires a good and reliable control method to maintain the robot's position in a perpendicular position to the earth's surface without the need for other external controllers. Therefore we need a control system to maintain the pendulum's position. To control the robot, an IMU sensor is used. A PID controller is utilized to control the robot. An IMU sensor is used to detect its tilt of it. The values of KP, KI, and KD are tuning using the trial and error method. The result shows that the PID control algorithm enables to balance of the two wheels robot.

Keywords: *PID, control, balancing robot*

PENDAHULUAN

Perkembangan robotika tidak terlepas dari kemajuan teknologi mikroprosesor ataupun mikrokontroler yang dirancang untuk melakukan pengolahan dan perhitungan. Selain itu, bentuk baru perangkat sensor yang terus berkembang telah menjadikan suatu mesin dengan kemampuan untuk mengidentifikasi suatu benda disekitar mereka dalam berbagai cara. Oleh karena itu, penerapan robotika untuk membantu pekerjaan manusia sangatlah luas, mulai dari rumah tangga sampai dunia industri.

Robot beroda dua merupakan suatu robot mobile yang memiliki sebuah roda disisi kanan dan kirinya yang tidak akan seimbang apabila tanpa adanya kontroler. Menyeimbangkan robot beroda dua memerlukan suatu metode kendali yang baik dan handal untuk mempertahankan posisi robot 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 (M. Royyan, , 2015)

Sistem kontrol atau sistem kendali memiliki peran yang sangat penting dalam setiap penerapan teknologi dalam kehidupan. Manusia memerlukan kendali pada mesin-mesin

untuk memperoleh hasil sesuai keinginan. Namun, adakalanya manusia tidak selalu dapat hadir mengontrol mesin. Karena itulah, sistem kendali otomatis dikembangkan. Telah banyak ditemukan metode-metode yang berkaitan dengan sistem kontrol. Diantaranya yang sering digunakan adalah kontroler PID, Fuzzy Logic, algoritma genetika, jaringan syaraf tiruan dan system pakar. Semua metode diatas memiliki kelebihan dan kekurangan yang berbeda- beda sesuai dengan kegunaanya (Pamungkas, A.P., 2014), (Mas Pratama, I., Suweden, I., & Swamardika, I., 2015).

Salah satu sistem kendali yang banyak digunakan di industri adalah pengontrolan *Proporsional Integral dan Derivatif* (PID). Kendali PID merupakan gabungan dari tiga macam kendali, yaitu pengendali proporsional (*Proportional Controller*), pengendali integral (*Integral Controller*), dan pengendali turunan (*Derivative Controller*). Ketiga parameter P, I dan D tersebut masing-masing memiliki berbeda terhadap respon sistem dan dipengaruhi oleh konstanta-konstanta pengendalinya (K_p , K_i , dan K_d). Sampai saat ini, perancang sistem kendali masih mendapatkan kesulitan dalam mengatur parameter-parameter PID . Jika salah satu nilai konstantanya diubah, mungkin sistem akan bereaksi seperti yang diinginkan. Ketiga parameter tersebut juga tidak dapat berdiri sendiri karena dapat mengakibatkan hasil yang dicapai kurang baik karena masing-masing memiliki kelemahan dan kelebihannya sendiri-sendiri. Sistem kendali yang akan dibandingkan responnya, yaitu sistem kendali P (variasi P), sistem kendali I (variasi I), sistem kendali D (variasi D) (Simbolon, R. 2020), (Wibowo, B.C. dan Iqbal. M., 2013).

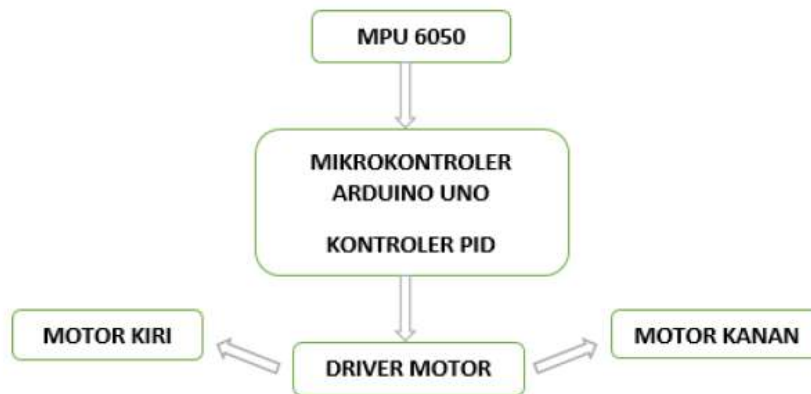
PID adalah sebuah mekanisme kontrol umpan balik yang membutuhkan kendali yang bekerja secara kontinyu. Fleksibilitas dari kontroler PID memungkinkannya untuk dapat digunakan di banyak aplikasi sistem kendali. Terdapat banyak masalah dalam sistem kendali yang dapat ditangani dengan baik oleh sistem kendali PID. Pengontrol PID menghitung ralat $e(t)$ sebagai nilai perbandingan dari nilai acuan atau setpoint dan variabel proses yang akan dikoreksi berdasarkan nilai proporsional, integral dan derivative. PID ini sangat berguna sekali untuk mencapai keluaran yang diinginkan karena dapat mengatasi masalah-masalah perubahan nilai fluktuatif dan dengan menciptakan sistem yang responsif terhadap gangguan lainnya. Dengan sistem kendali PID kita dapat mengatur respon seperti apa yang kita ingin gunakan dalam sistem yang dirancang. Kelebihan kendali PID dibandingkan pengendali otomatis lain adalah kendali

PID dapat mempercepat reaksi sistem, menghilangkan offset atau menstabilkan yang diperoleh (Pratama, A dan Hernawan, A., 2019).

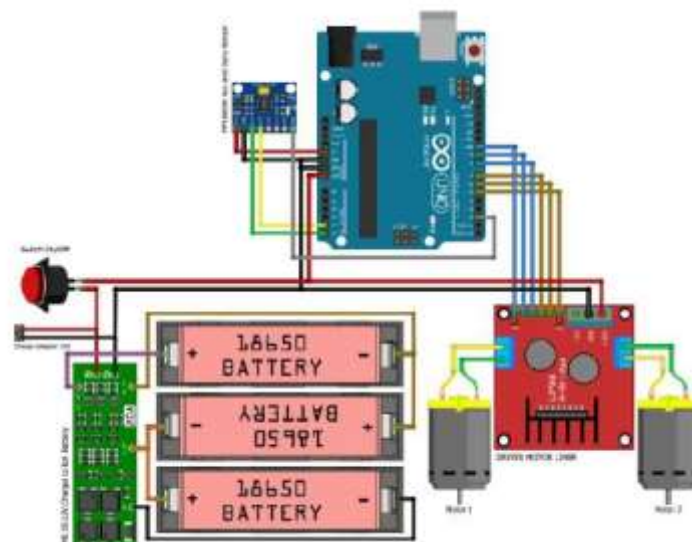
Alogaritma yang umum digunakans sebagai pengendali keseimbangan balancing robot adalah kendali PID. Algoritma ini terdiri dari bagian kendali proporsional, integral dan derivatif. Kelebihan dari teknik kendali PID ini adalah pada fleksibilitasnya untuk dapat diterapkan pada berbagai macam sistem kendali. Kendali PID terbukti paling sesuai diterapkan untuk mengendalikan suatu sistem yang tidak diketahui pemodelan matematikanya, sehingga metode desain kendalinya tidak dapat dicari secara analitis. Kekurangannya adalah, karena penerapannya yang secara umum berdasarkan hubungan masukan-keluaran, maka hasil yang diperoleh belum tentu merupakan kendali yang optimal. Masalah yang didapatkan adalah merealisasikan metode kendali PID pada sistem robot, sehingga robot ini dapat mempertahankan posisinya tegak lurus dengan seimbang terhadap permukaan bumi pada bidang datar (Raranda, P.W., 2017).

METODE PENELITIAN

Sebuah sensor Inertial Measurement Unit (IMU) MPU 6050 digunakan untuk mengukur kesetimbangan robot. Dimana sensor ini dapat mengukur sudut kemiringan pada sumbu X, Y dan Z. Pada percobaan ini sumbu Y yang dihitung dikarenakan gerakan dari robot hanya bergerak di sumbu Y. Dimana sebuah pengendali digunakan yaitu sebuah Arduino uno. Untuk menggerakan robot maka dua motor digunakan. Motor-motor ini digunakan untuk menjaga robot seimbang. Untuk menghubungkan antara pengendali dengan kedua motor digunakan sebuah motor *driver*. Gambar 1 di bawah ini menunjukkan blok diagram dari sistem. Dengan sistem elektrik juga digambarkan seperti pada gambar 2.

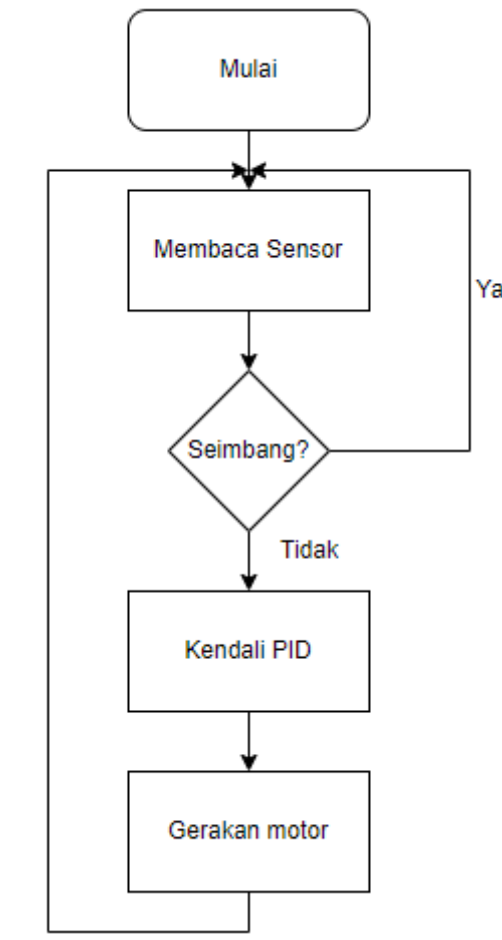


Gambar 1. Diagram blok dari sistem yang dikembangkan



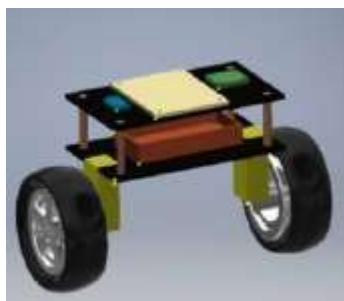
Gambar 2. Sistem elektronika

Diagram alir dari sistem ini dapat dilihat pada gambar 3. Ketika setelah sistem dinyalakan, maka sensor membaca sudut kemiringan dari robot. Dimana titik keseimbangan yang diatur adalah pada sudut 0 derajat. Jika terbaca adanya sudut selain itu, maka pengendali PID akan bekerja dan memerintahkan motor untuk bergerak sesuai dengan algoritma. Sensor kemudian membaca kembali hasil yang dihasilkan dari aksi motor tadi terhadap kemiringan robot.



Gambar 3. Diagram alir dari sistem

Gambar 4 adalah gambar desain dari robot dan juga hasil dari robot yang telah dibuat. Dimana dimensinya adalah 7 cm lebar, 10 cm panjang dan 15 cm tinggi. Dengan berat dari robot ini 700 gr.



(a)



(b)

Gambar 4. (a) rancangan robot (b) robot yang telah disusun

HASIL DAN PEMBAHASAN

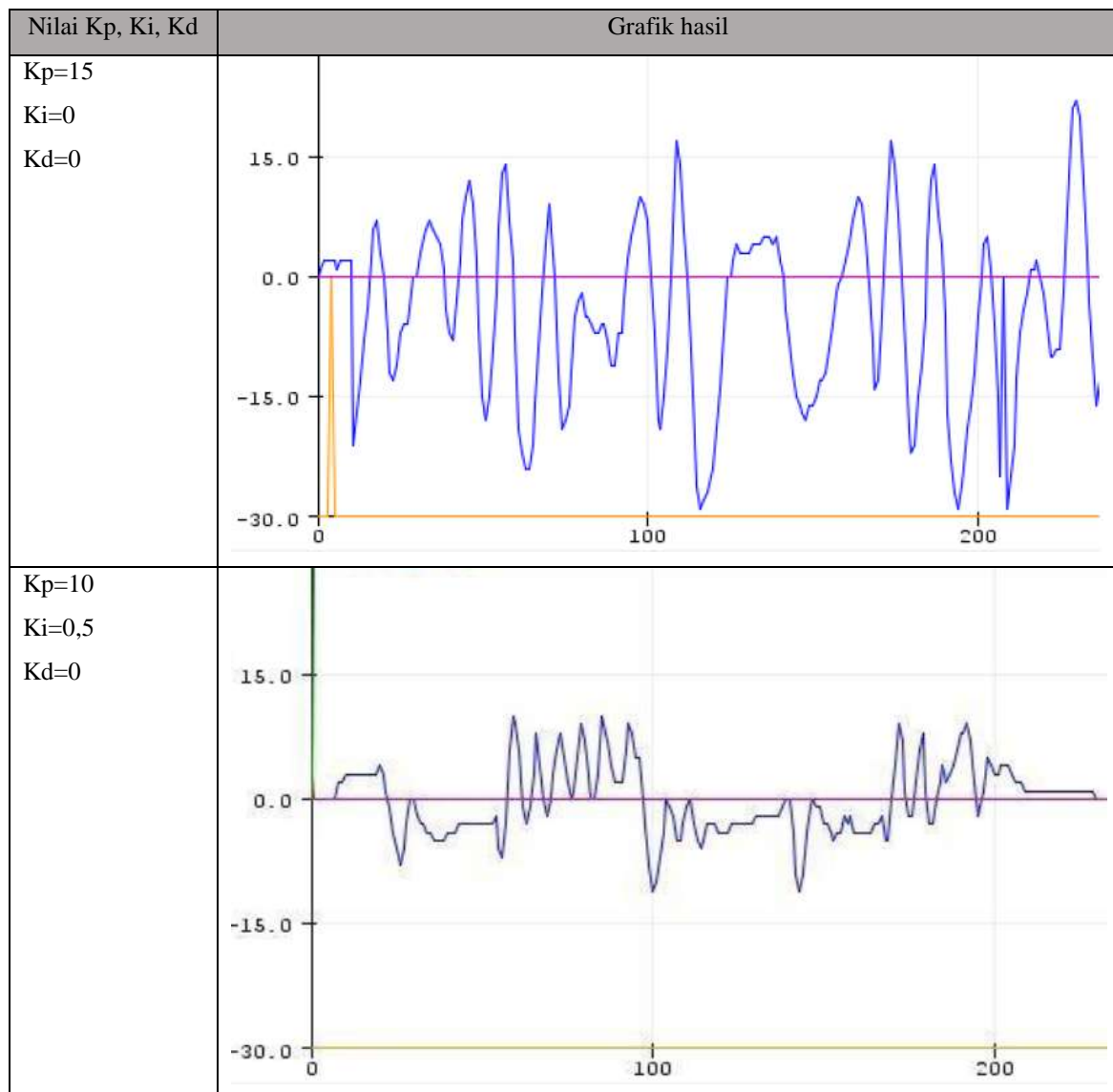
Pengujian dilakukan untuk mengetahui apakah alat bekerja sesuai dengan perancangan yang dibuat dan data pada hasil pengujian akan diambil sehingga kita bisa mengetahui tingkat keberhasilan alat dan alat dapat bekerja dengan baik. Pada proyek ini yang akan diuji adalah sensor MPU-6050 sebagai penyeimbang pada robot. Pada percobaan pertama ini dilakukan uji coba dengan memulai posisi sudut robot 0° , 10° , -10° , 20° , -20° , 30° , -30° , 40° , -40° , 50° , -50° pada sudut Y. Hal ini disebabkan robot bergerak pada sumbu Y. Hasil yang didapat setelah uji coba ini dapat dilihat pada tabel 1.

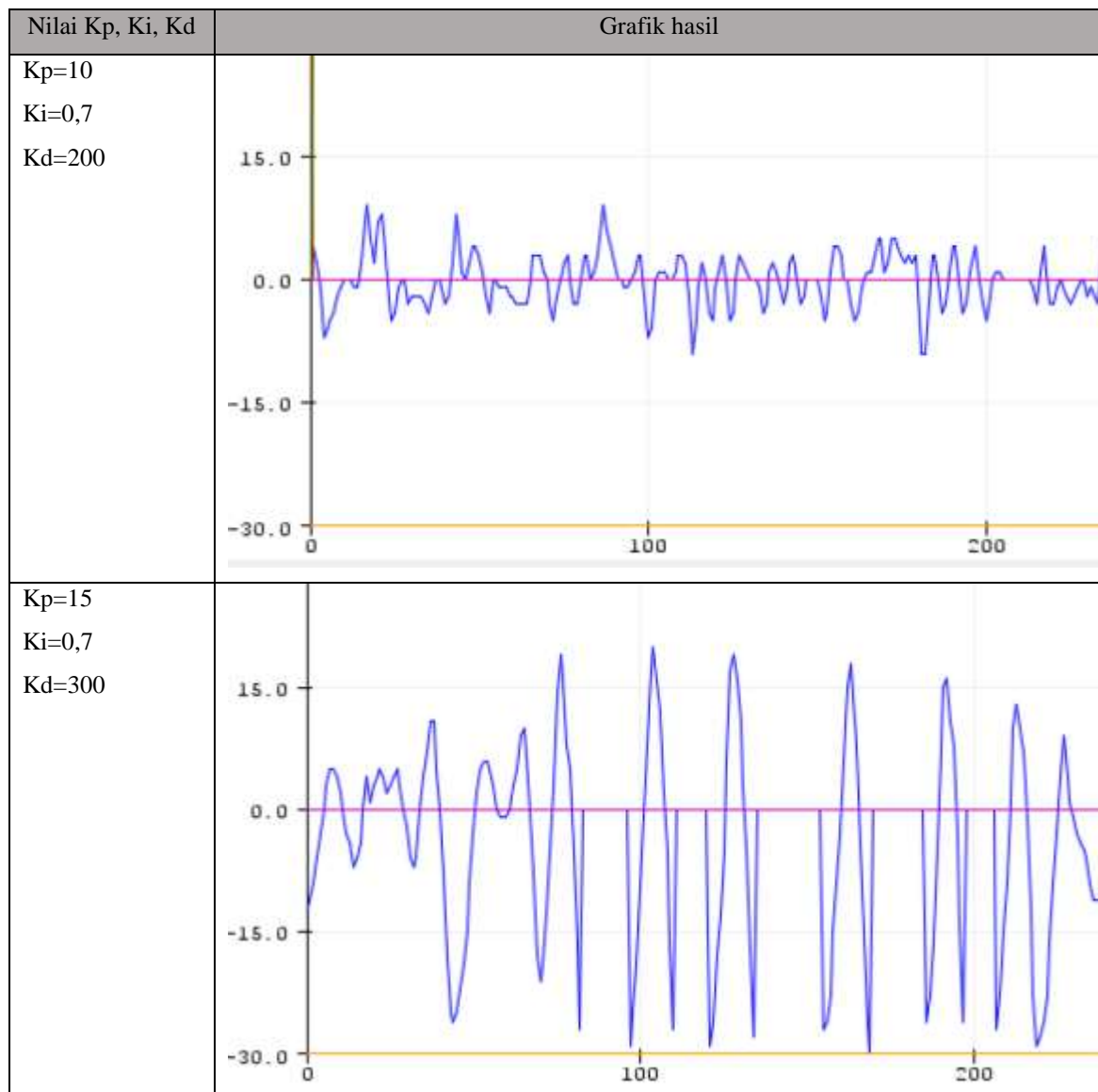
Tabel 1.
Pengukuran sudut

NO	SUDUT MPU	X	Y	Z
1	0	-0,35	-1,30	4,93
2	10°	-0,47	9,45	5,02
3	20°	-0,55	19,22	5,45
4	30°	-0,60	29,88	18,10
5	40°	-2,75	40,08	10,10
6	50°	-3,81	51,02	11,05
7	-10°	-0,57	-12,45	10,05
8	-20°	-0,65	-22,54	13,28
9	-30°	-0,51	-30,54	14,72

Untuk mencari hasil yang paling baik dalam mengendalikan robot dilakukan dengan mengatur konstanta P, I dan D dengan cara *trial and error*. Pada Tabel 2 terlihat beberapa contoh hasil yang didapatkan dengan mengkombinasikan nilai konstanta P, I dan D. Dari tabel tersebut didapatkan bahwa hasil yang terbaik adalah pada kombinasi $K_p=10$ $K_i=0,7$ dan $K_d=200$.

Tabel 2.
Grafik hasil dengan kombinasi Kp, Ki dan Kd





SIMPULAN

Berdasarkan pengujian keseluruhan yang telah dilakukan oleh penulis dapat disimpulkan bahwaperancangan alat balancing robot beroda dua dengan metode kendali PID sudah cukup baik. Namun perlu dikembangkan untuk pembuatan kendali PID dengan merubah nilai K_p , K_i dan K_d secara otomatis dan adaptif.

DAFTAR PUSTAKA

Mas Pratama, I., Suweden, I., & Swamardika, I. (2015). Sistem Kontrol Pergerakan pada Robot Line Follower Berbasis Hybrid PID-Fuzzy Logic. *Prosiding Csgteis*

Pamungkas, A.P. (2014) Balancing Robot Beroda Dua Menggunakan Metode Fuzzy Logic Berbasis Mikrokontroler Arduino. Fakultas Teknik Elektro, Universitas Dian Nuswantoro.

Pratama, A dan Hernawan, A (2019) *Implementasi Pid Controller Pada Self Balancing Robot*. (Tugas Akhir thesis, University of Technology Yogyakarta).

Raranda, P.W. (2017). Implementasi Kontroler Pid Pada Two Wheels Self Balancing Robot Berbasis Arduino Uno.

Royyan, M (2015) "Implementasi Kalman Filter Dan Kontroler PID Untuk Robot Pendulum Terbalik," 2015.

Simbolon, R. (2020). Analisis dan Simulasi Sistem Kontrol PI dan PID Menggunakan XCOS SCILAB Retrieved from repositori Universitas Sumatra Utara

Wibowo, B.C. dan Iqbal. M. (2013). Implementasi Metode Logika Fuzzy pada Kontrol Keseimbangan Robot Mobil Beroda Dua. *Jurnal Universitas Muria. Kudus*.