JASIEK, Vol.1, No.1, Juni 2019, pp. 66~72

IMPLEMENTASI SYSTEM CONTROL PID PADA KENDARAAN SKUTER LISTRIK DUA RODA SEJAJAR

Firdaus[2], Dwi Arman Prasetya[1], Dinar H S Wahyuni[1], Wahyu Dirgantara[1]
[1] Jurusan Teknik Elektronika UNMER Malang
[2] Departemen Optik dan Hidrolik Lembaga Pengkajian Teknologi TNI-AD
Email : frdaus.firdaus@student.ac.id

Abstrak

System control Proportional Integral Differensial (PID) merupakan metode control yang sering kali digunakan dalam system control industri. Kelebihan system control ini adalah memiliki struktur yang sederhana serta fleksibel dalam pengalikasiannya. Aplikasi dalam penelitian ini adalah menerapkan system control PID pada skuter listrik roda duan sejajar. Variable input yang digunakan berasal dari sensor Accelerometer, Gyroscope dan potensio meter. Actuator menggunakan 2 motor dc. Didapatkan hasil dari penelitian adalah keseimbangan skuter pada saat dikendarai.

Kata Kunci: *PID, Sensor, Aktuator, Keseimbangan*

1. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan zaman, teknologi di bidang transportasi terus berkembang, perkembangan ini menghasilkan sebuah alat transportasi dengan mempergunakan motor listrik sebagai penggerak utamanya[1]. Alat ini dikenal dengan nama Segway, dimana alat ini mempunyai dua roda penggerak yang seimbang secara otomatis sehingga pengguna tidak akan terjatuh saat berkendara serta mempunyai fungsi untuk transportasi jarak dekat saja[2].

Dalam kehidupan sehari-hari, jenis kendaraan ini mempunyai manfaat yang fleksibel antara lain kendaraan ini bisa dimanfaatkan oleh polisi guna mengatur lalu lintas sehingga tidak memerlukan mobil serta mempunyai mobilitas yang tinggi karena tidak perlu naik turun kendaraan[3][4].

Ada banyak system control yang dapat diterapkan pda jenis kendaraan ini. Untuk mendapatkan keseimbangan dan kestabilan pada kendaraan Segway diperlukan sebuah system control *Proportional Integral and Derrifatif* (PID)[5]. Untuk bisa mempertahankan keseimbangan dan bergerak berdasarkan arah kemiringannya, kendaraan dua roda sejajar ini memerlukan system kendali dengan umpn balik berup sensor yang kemudian digunakan untuk mengatur arah serta kecepatan putar motor sebagai aktuatornya[6]. Dengan menggunakan nilai pada konstaanta PID (Kp, Ki, Kd) diharapkan keseimbangan didapatkan.

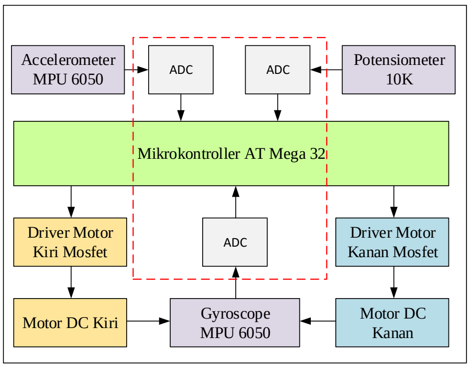
2. Metode penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini ada satu tahap yaitu system control PID, metode ini digunakan untuk menyelesaikan pengontrolan system keseimbangan dalam pengendalian system control keseimbangan otomatis pada kendaraan roda dua sejajar[7][8]. Variable yang digunakan dalam pebelitian ini antara lain:

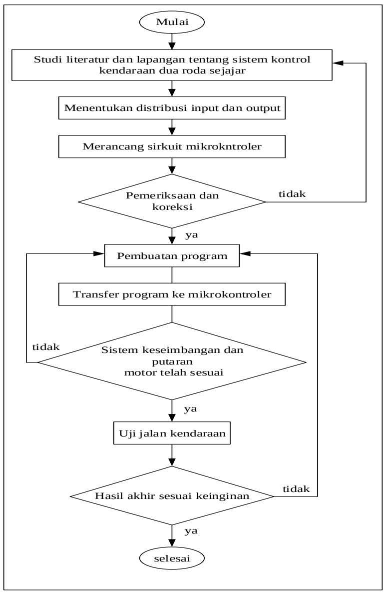
1. Grafitasi
2. Kemiringan sudut
3. Arah sudut
4. Simpangan

Metode perancangan keseluruhan alat digambarkan dalam bentuk diagram alir perancangan dan pembuatan algoritma pemrogaman system control pada kendaraan dua roda sejajar[9][10][11]. Beberapa komponen yang digunakan dalam perancangan system control ini

antara lain Motor DC 24 VDC (2 buah), driver mortor DC BTS 7960 (2 buah), aki 12 VDC (2 Buah), potensiometer 10k (1 buah), sensor gyroscope (1 buah), sensor accelerometer (1 buah), mikrokontroler AVR ATMega 32 (1 buah), saklar elektronik (1 buah).



Gambar 2.1 Diagram Blok *Hardware* Elektronik



Gambar 2.2 *Flowchart* System

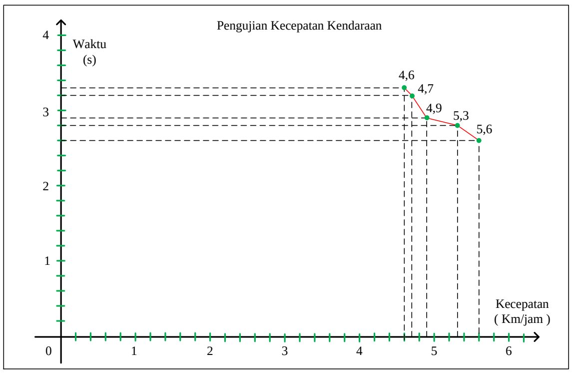
3. Hasil dan Analisis

Pengujain dilakukan guna membandingkan perancangan secara teori dengan hasil percobaan atau pengujian. Dari hasil pengujian diketahui apakah alat tersebut berjalan sesuai dengan yang diharapkan seperti pada perencanaan[12]. Pengujian yag dilakukan antara lain:

1. Pengujian kecepatan kendaraan
   Pada pengujian kecepatan kendaraan dilakukan dengan menguji kecepatan pada saat kendaraan berjlan maju. Dalam pengujian ini dilakukan pada media jalan yang datar dengan jarak dan waktu seperti pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pengujian Kecepatan Kendaraan

No.	Pengujian	Jarak (m)	Waktu (s)	Km/jam
1	1	4	3,2	4,7
2	2	4	2,9	4,9
3	3	4	3,3	4,6
4	4	4	2,6	5,6
5	5	4	2,8	5,3
	Kecepatan rata-rata			5,02

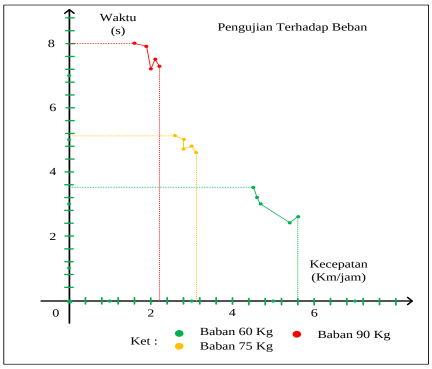


Gambar 3.1 Grafik Pengaruh Kecepatan Kendaraan

2. Pengujian kekuatan pada kendaraan
   Penujian ini dilakukan dengan memberikan beban berbeda-beda pada saat kendaraan berjalan. Penambahan beban dengan menggunakan beton yang mempunyai masa sebesar 15 kg dengan beban pengendara sebesar 60 kg.

Tabel 3.2 Pengujian Terhadap Beban

No.	Beban (60 kg) Km/jam	s	Beban (75kg) Km/jam	s	Beban (90 kg) Km/jam	s
1	4,7	3	2,8	5	1,8	8
2	5,4	2,4	3	4,8	2,1	7,5
3	4,6	3,2	2,9	4,7	1,9	7,9
4	5,6	2,6	2,7	5,1	2,2	7,3
5	4,5	3,5	3,1	4,6	2	7,2
	Kecepatan rata-rata = 4,9 Km/jam		Kecepatan rata-rata = 2,9 Km/jam		Kecepatan rata-rata = 2 Km/jam	



Gambar 3.1 Grafik Pengaruh Kecepatan Kendaraan

3. Pengujian simpangan stang kendaraan
   Pengujian dilakukan dengan sudut kemiringan pada stang kendaraan sebesar 45^0 ke kanan, pada pengujian ini dilakukan dengan alat bantu berupa penanda garis untuk menunjukkan bahwa kendaraan dua roda sejajar dapat berputar sampai dengan sudut 360^0.

(a) (b) (c)

Gambar 3.2 Pengujian Simpangan Stang Kendaraan

4. Pengujian ketahanan daya Aki
   Pengujian dilakukan dengan menjalankan kendaraan dengan beban 60 kg, pada pengujian ini menggunakan alat ukur arus pada aki.

Tabel 3.2 Arus Yang Mengalir Saat Motor Berputar Dengan Beban dan Tanpa Beban

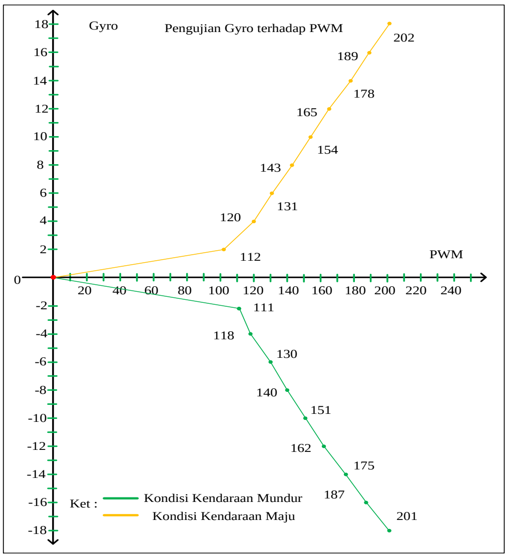
No.	Beban (kg)	Arus (ampere)	Waktu (jam)	Keterangan
1	0	1,5	4,8	Jalan datar tanpa beban manusia
2	60	2,7	2,6	Jalan datar dengan beban manusia
3	60 (dengan sudut 45^0)	4,6	1,3	Jalan menanjak dengan beban manusia

Gambar 3.3 Pengukuran Arus dengan Ampere Meter

5. Pengujian *gyroscope* dan *accelerometer*
   Pengujian dilakukan dengan mengambil sudut yang berbeda-beda. Dari sudut yang berbeda-beda dihasilkan nilai PWM yang berbeda pula.

Tabel 3.3 Pengujian *Gyroscope* dan *Accelerometer*

No.	Data Gyro (rad)	Data Acclerometer (rad/s)	PWM (Hz)
1	18	3	202
2	16	3	189
3	14	3	178
4	12	3	165
5	10	3	154
6	8	3	143
7	6	3	131
8	4	3	120
9	2	3	112
10	0	3	0
11	-2	3	111
12	-4	3	118
13	-6	3	130
14	-8	3	140
15	-10	3	151
16	-12	3	162
17	-14	3	175
18	-16	3	187
19	-18	3	201

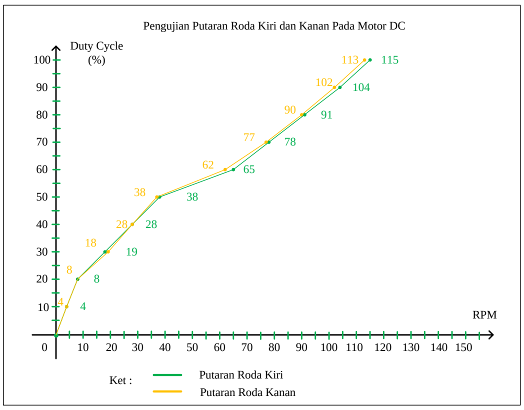


Gambar 3.4 Grafik Pengujian *Gyro* dan *Accelerometer*

6. Penguian putaran roda kiri dan kanan motor dc
   Penujian putaran roda kanan dan kiri pada otor DC ini menggunakan metode yang digunakan untuk menguji pada kecepatan putaran motor DC adalam PWM 8 bit dan menggunakan *tachometer* digital untuk putaran roda kanan dan kiri.

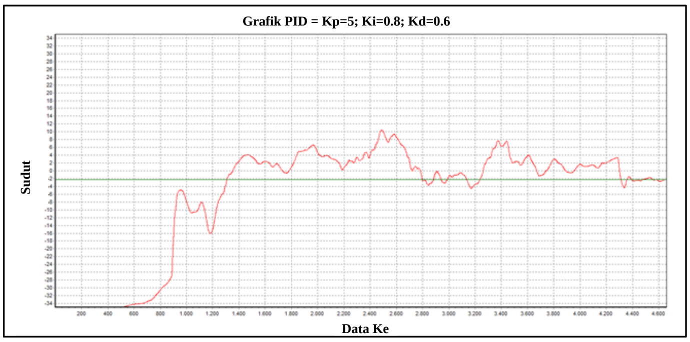
Tabel 3.4 Pengujian *Gyroscope* dan *Accelerometer*

No.	Duty Cycle (%)	Putaran Roda kanan (rpm)	Putaran Roda Kiri (rpm)
1	0	0	0
2	10	4	4
3	20	8	8
4	30	19	18
5	40	28	28
6	50	37	38
7	60	62	65
8	70	77	78
9	80	90	91
10	90	102	104
11	100	113	115

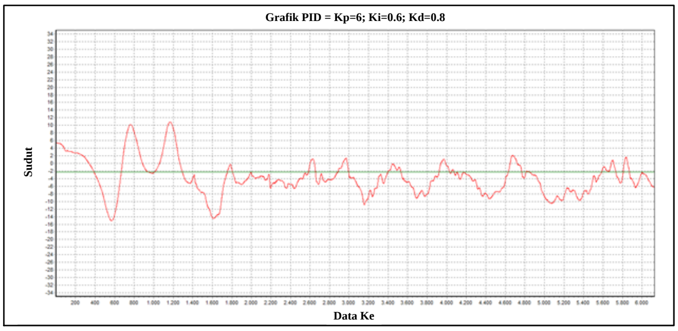


Gambar 3.4 Grafik Pengujian Putaran Roda Kiri dan Kanan

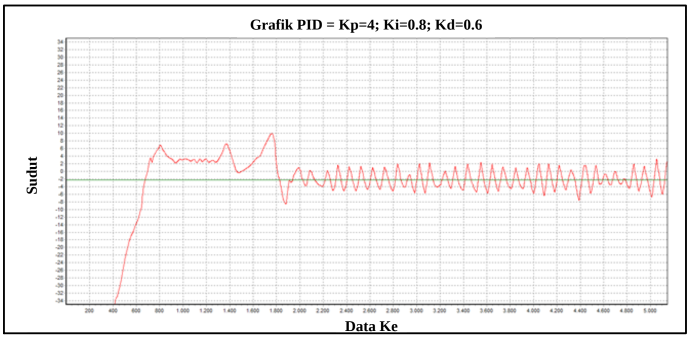
7. Pengujian control PID
   Pengujian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan nilai ideal antara konstanta *proportional, integral* dan *differential*. Dengan reaksi system, pengujian yang dilakukan agar mendapat nilai respon yang ideal[13][14]. Pengujian PID mempunyai batasan nilai referensi dan nilai Kp = 1-10, Ki = 0-1 dan Kd = 0-1[15].



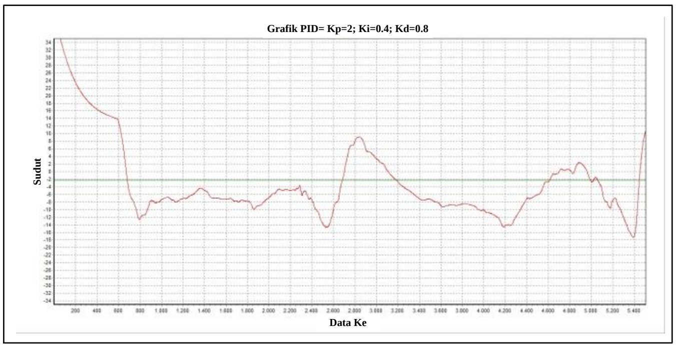
Gambar 3.5 Respon PID dengan Konfigurasi Kp = 5, Ki = 0,8, Kd = 0,6



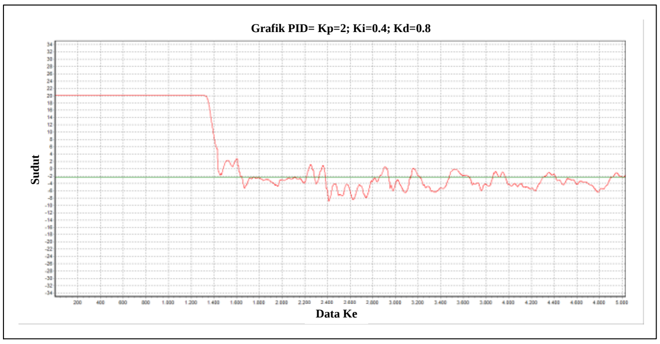
Gambar 3.6 Respon PID dengan Konfigurasi Kp = 6, Ki = 0,6, Kd = 0,8



Gambar 3.7 Respon PID dengan Konfigurasi Kp = 4, Ki = 0,8, Kd = 0,6



Gambar 3.8 Respon PID dengan Konfigurasi Kp = 2, Ki = 0,4, Kd = 0,8



Gambar 3.9 Respon PID dengan Konfigurasi Kp = 8, Ki = 0,6, Kd = 0,4

4. Conclusion

Berdasarkan hasil perancangan system serta pengujian didapatkan kesimpulan, antara lain:

1. Sistem yang digunakan pada saat kendaraan dikendarai agar tetap seimbang yaitu dengan menggunakan sensor Gyroscope dan Accelerometer sensor ini digunakan sebagi pendeteksi keseimbangan pada saat kendaraan dua roda sejajar berjalan. Dari hasil pengujian mendapatatkan kesimpulan bahwa kedua sensor ini dapat digunakan sebagai pendeteksi keseimbangan kendaraan dengan baik.
2. Pada sistem kendali PID (*Proporsional Integral Derivatif*) yang digunakan dengan memberikan batasan nilai pada setiap nilai referensi baik Kp, Ki, dan Kd, dengan batasan nilai Kp = 1-10, Ki = 0-1, dan Kd = 0-1. Dari batasan nilai referensi inilah menghasilkan nilai keluaran PID yang stabil. Dengan nilai referensi yaitu Kp=4; Ki=0,8; Kd=0,6 nilai keluaran referensi inilah yang menunjukkan nilai PID yang paling stabil. Artinya pada kendaraan dua roda sejajar berjalan seimbang dengan baik.
3. Pada pengujian kekuatan bodi kendaraan dilakukan dengan 3 sampel berat yaitu 60 Kg, 75 Kg, dan 90 Kg. Pada pemberian berat 60 Kg kondisi kendaran stabil, tetapi pada pemberian beban 90 Kg kendaraan tidak berjalan maksimal. Hal ini menunjukkan beban ideal pada kendaraan di antara beban 60 Kg sampai dengan beban 75 Kg.
4. Pada pengujian jalan kendaraan menggunakan beban ideal yaitu dengan beban 60 Kg yang dikendarai oleh peneliti sendiri. Jarak yang ditempuh dalam pengujian yaitu dengan panjang 1000 m dengan waktu tempuh selama 8 menit 13 detik. Dari hasil pengujian menunjukkan bahwa kendaraan dapat berjalan dengan jarak tempuh sepanjang 1000 m dengan waktu tempuh selama 8 menit 13 detik. Pengujian ini dibandingkan dengan berjalan kaki yang memakan waktu tempuh selama 13 menit. Dapat disimpulkan bahwa dengan menggunakan kendaraan lebih efesiensi waktu dibandingkan dengan berjalan kaki.

Pengakuan dan Penghargaan

Penelitian ini didukung oleh Laboratorium Robotika, Teknik Elektro, Universitas Merdeka Malang.

References

[1] G. Papafotiou, J. Kley, K. G. Papadopoulos, P. Bohren, and M. Morari, “Model predictive direct torque control - Part II: implementation and experimental evaluation,” *IEEE Trans. Ind. Electron.*, 2009.

[2] L. Petru and G. Mazen, “PWM control of a DC motor used to drive a conveyor belt,” in *Procedia Engineering*, 2015.

[3] F. Q. Qi, X. D. Jing, and S. Q. Zhao, “Design of stepping motor control system based on AT89C51 microcontroller,” in *Procedia Engineering*, 2011.

[4] I. Mujahidin, S. H. Pramono, and A. Muslim, “5.5 Ghz Directional Antenna with 90 Degree Phase Difference Output,” 2019.

[5] X. M. Dong, W. Guan, and X. F. Meng, “Implication of Dynamic Unbalance to the Inertial Accelerometer Calibration with Vibrafuge,” in *Procedia Engineering*, 2015.

[6] R. Kennedy, “Looking Back to Move Forward: The Dymaxion Revisited,” *Procedia*

Technol., 2015.
[7] M. Zhanbyrtayev and B. Kassenov, “A novel approach to mobile indoor navigation systems,” 2016.
[8] I. Mujahidin, R. Yuwono, and A. Mustofa, “Rancang Bangun Rectifier Antenna Mikrostrip Ufo Pada Frekuensi Ultra Wideband (UWB) Sebagai Pemanen Energi Elektromagnetik,” *J. Mhs. TEUB*, vol. 3, no. 2, 2015.
[9] G. W. M. Whyte, “Antennas for Wireless Sensor Network Applications by,” *Antenna*, 2008.
[10] J. A. de L. Perini *et al.*, “Optimisation of the removal conditions for heavy metals from water: A comparison between steel furnace slag and CeO2nanoparticles,” *Arab. J. Chem.*, 2017.
[11] R. Yuwono, I. Mujahidin, A. Mustofa, and Aisah, “Rectifier using UFO microstrip antenna as electromagnetic energy harvester,” *Adv. Sci. Lett.*, 2015.
[12] S. M. Sultan, Y. A. M. Hassan, and A. M. Abulkibash, “Chemiluminescence assay of promethazine hydrochloride using acidic permanganate employing flow injection mode operated with syringe and peristaltic pumps,” *Talanta*, 2003.
[13] M. Octavian, Ari; Darmawan, Hofman; Nurohmah, Hidayatul; Ali, “Optimasi Dual Axis Tracking Untuk Photovoltaic Berbasis Firefly Algorithm dan Ant Colony Optimization,” *SinarFe7*, 2018.
[14] F. Greg Shinskey, “PID control,” in *Measurement, Instrumentation, and Sensors Handbook: Spatial, Mechanical, Thermal, and Radiation Measurement, Second Edition*, 2017.
[15] C. F. Schaefer *et al.*, “PID: The pathway interaction database,” *Nucleic Acids Res.*, 2009.

Daftar Riwayat Hidup

Nama	:	Firdaus
NIM	:	11450012
Tempat Tanggal Lahir	:	Pamekasan 15 Mei 1992
Agama	:	Islam
Alamat	:	Mergosono Gg 1A No.1
Jurusan	:	Teknik Elektro
Nomor Hp	:	085855831316
Email	:	frdaus.firdaus@student.ac.id, firdausmurk@gmail.com