

Rancang Bangun Robot Line Follower berbasis Labview Menggunakan Proportional Integral Derivative (PID)

Design of Robot Follower Line based on Labview Using Proportional Integral Derivative (PID)

Muhammad Rizal Taufik, Muhammad Yudha Permana

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer

Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung

Email : rizaltaufik@email.unikom.ac.id

Abstrak - *Line follower* ini merupakan salah satu robot otomatis yang dapat. Robot *line follower* ini menggunakan sensor garis sebagai pembaca masukan untuk menggerakkan robot, Sensor membaca garis berwarna hitam dan dasar jalur berwarna putih. Penelitian ini bertujuan agar dapat di implementasikan pada keadaan sebenarnya, contoh nya robot pengantar makanan di sebuah restoran. Pada robot *line follower* ini menggunakan 3 buah sensor *infrared* yang berfungsi sebagai pembacaan garis hitam, 2 buah motor yang berfungsi sebagai aktuator, 1 buah driver motor L298 yang berfungsi sebagai pengontrol motor, dan 1 buah Arduino Uno yang berfungsi sebagai pemrosesan sistem *line follower*. Setelah melakukan penelitian dan uji coba sistem ini dapat bekerja dengan baik. Tingkat keberhasilan sistem ini mencapai 90%. Dari tingkat keberhasilan yang mencapai 90%, sistem masih terdapat kekurangan pada kinerja sensor, di karena kan cahaya yang di terima sensor di setiap ruangan berbeda-beda, jadi sensor harus dikalibrasi terlebih dahulu. Dibutuhkan sebuah sistem kendali untuk mengatur keseimbangan robot line follower, sehingga dapat bergerak dengan stabil dan mampu mengatasi gangguan yang diberikan sebagai pengendali keseimbangan digunakan kendali *Proportional Integral Derivative* (PID) dengan menggunakan aplikasi *Labview*. Dapat di simpulkan bahwa sistem dapat di implementasikan pada keadaan sebenarnya.

Kata kunci : Robot, *Line Follower*, PID, Labview, Arduino

Abstract - *Line follower* is one of the automatic robots that can. The *line follower* robot uses line sensors as input readers to move the robot, the sensor reads the black line and the white track base. This research aims to be implemented in the State actually, her example robot introduction to food at a restaurant. On line follower robot using 3 pieces of *infrared* sensors, which serve as a reading of the black lines, 2 motor, which functions as an actuator, 1 piece motor driver L298 who serves as controller and motor, 1 piece Arduino Uno that serves as a processing system of *line follower*. After doing the research and testing of these systems can work well. The success rate of this system reaches 90%. From a level of success that reaches 90%, there is still a shortage of system on the performance of the sensor, because the light on in the received sensor in each room is different, so the sensor must be calibrated first. It needs a system of control to adjust the balance of the line follower robot, so that it can move with the steady and able to cope with disruptions given as the control balance control used *Proportional Integral Derivative* (PID) using application *Labview*. Can be simpulkan that the system can be implemented on actual circumstances.

Keyword : Robot, *Line Follower*, PID, Labview, Arduino

I. PENDAHULUAN

Salah satu jenis robot dengan kemampuan istimewa yang belakangan ini banyak menarik minat para ahli untuk dikembangkan adalah mobile robot. Robot line follower merupakan salah satu bentuk mobile robot yang bergerak otonom yang banyak dirancang baik untuk penelitian, industri, maupun kompetisi robot [1]. Sesuai dengan namanya, misi yang harus

dilakukan oleh suatu robot pengikut garis adalah mengikuti garis pandu. Dalam perancangan dan implementasi suatu robot bergerak otomatis, banyak masalah-masalah yang harus dipecahkan. Masalah-masalah itu adalah sistem penglihatan robot, arsitektur perangkat keras yang meliputi perangkat elektronik dan mekanik, organisasi perangkat lunak untuk basis pengetahuan dan pengendalian robot [2].

Sistem kendali yang sering digunakan untuk

robot line follower adalah Proportional-Integral-Derivative (PID), dengan cara memperbaiki nilai error dari feedback hingga menjadi nol [3], kondisi set point akan tercapai dari perpaduan nilai PID yang tepat. Nilai set point dan error berasal dari pembacaan posisi robot line follower terhadap garis. Dengan menentukan set point robot line follower akan bermanuver memposisikan robot berada ditengah jalur.

Telah banyak penelitian maupun artikel yang membahas tentang robot line follower, dan berikut sumber acuan yang mendukung penelitian ini. Penelitian pertama tentang rancang bangun sistem kontrol robot line follower menggunakan logika fuzzy, robot ini dirancang untuk bernavigasi dan bergerak secara otomatis mengikuti garis lurus, belok, dan jalur abu-abu yang akan diproses oleh sistem kontrol fuzzy dan menghasilkan hasilnya sebagai penghitungan kecepatan motor [4].

Pada penelitian sebelumnya yang juga membahas tentang line follower, masih terdapat kekurangan yaitu pada saat robot line follower berjalan tidak dapat bergerak lurus dan berbelok secara stabil dan sempurna. Hal tersebut menjadi titik acuan dan potensial untuk dikembangkan, robot line follower menggunakan Proportional Integral Derivative (PID) sehingga pergerakan robot line follower saat lurus dan berbelok akan stabil juga sempurna. Pada penelitian ini akan dibahas tentang Rancang Bangun Robot Line Follower Berbasis Labview Menggunakan Proportional-Integral-Derivative (PID), dilakukan untuk membuat sebuah robot pengikut garis secara dinamis dengan respon yang cepat dan akurat menggunakan PID. Fokus penelitiannya adalah analisa sistem PID terhadap kestabilan manuver robot dengan menggunakan 3 buah sensor dengan asumsi terdapat 1 sensor dalam garis.

A. Latar Belakang

Saat ini sarana elektronika banyak dipakai dibidang dalam segala bidang kehidupan. Melesatnya perkembangan teknologi elektronika saat ini dapat kita amati dari peningkatan kebutuhan masyarakat akan peralatan elektronik. Dapat terlihat dari maraknya barang elektronik yang mendukung perkembangan di bidang tersebut.

Dilihat lebih jauh perkembangan barang elektronika yang banyak dicari dan diminati oleh masyarakat adalah yang memiliki nilai jual serta dapat diaplikasikan dengan mudah penggunaannya di lapangan. Pengambilan tema

Rancang Bangun Robot Line Follower Berbasis Labview Menggunakan Proportional Integral Derivative (PID) adalah sebagai bahan pembelajaran bagaimana kita mengetahui prinsip kerja dari rangkaian robot line follower dengan menggunakan PID serta kegunaannya dalam aplikasi alat yang sesungguhnya.

B. Tinjauan *State of Art*

Pada penelitian yang berjudul rancang bangun sistem control robot line follower menggunakan logika fuzzy dirancang untuk bernavigasi dan bergerak secara otomatis mengikuti garis aliran untuk mendapatkan respons dan kecepatan yang ideal .. Sistem ini terdiri dari perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat keras terdiri dari sensor seperti input fotodiode, ATMEGA32 sebagai mikrokontroler dan motor DC. logika fuzzy dibagi menjadi tiga proses yaitu fuzzyfikasi, evaluasi dan aturan defuzzyfikasi. Defuzzifikasi, langkah konversi dalam sistem logika fuzzy untuk menghasilkan nilai yang tajam. Hasil konversi adalah tindakan yang diambil oleh sistem kontrol logika Fuzzy. Hasil pengujian diperoleh sistem yang mampu mengidentifikasi garis lurus, belok jalur, dan jalur abu-abu. Sistem ini mampu memberikan respons dan kecepatan yang ideal. input dari pembacaan garis akan diproses oleh sistem kontrol fuzzy dan menghasilkan hasilnya sebagai penghitungan kecepatan motor [5].

Penelitian lain dengan berjudul rancang bangun robot pengantar makanan line follower merupakan robot yang diciptakan untuk menggantikan peran seorang pelayan di restoran. Robot ini memiliki kemampuan untuk mengantarkan makanan secara otomatis. Penelitian ini menggunakan 4 pasang led dan photodiode, driver motor untuk mengendalikan 2 buah motor DC, 2 buah driver relay untuk mengendalikan motor DC untuk peletakan makanan, modul ISD17240 untuk menghasilkan suara dan mikrokontroler ATMEGA 16 sebagai otak pada sistem robot ini. Bahasa pemrograman yang digunakan adalah Bahasa C Code vision AVR. Penelitian ini menghasilkan robot yang dapat mengantarkan makanan menuju 2 meja tujuan dengan mengikuti lintasan berupa garis berwarna hitam. Waktu yang ditempuh untuk menuju ke meja kedua lebih lama dibandingkan menuju ke meja pertama karena perbedaan panjang lintasan. Dengan demikian secara keseluruhan sistem pada robot pengantar makanan ini dapat berfungsi dengan baik [6].

Pada penelitian lain yang berjudul Perancangan Robot Light Follower untuk Kursi Otomatis dengan Menggunakan Mikrokontroler ATmega

328P membahas tentang desain prototipe kursi light follower dengan pengaturan kecepatan putar motor DC berdasarkan tingkat intensitas cahaya berbasis mikrokontroler ATmega328p. Prototipe ini memberikan solusi agar kursi dapat kembali ke bawah meja secara otomatis dengan memanfaatkan prinsip kerja robot light follower. Posisi kursi setelah digunakan dapat saja menghadap tegak lurus terhadap meja, serong terhadap meja, atau membelakangi meja. Karena arah kursi terhadap meja bervariasi maka digunakan cahaya sebagai penentu arah pergerakan kursi karena pancaran cahaya mampu menjangkau berbagai area kursi kecuali bagian belakang kursi. Prototipe ini berfungsi jika kursi berada dihadapan meja, prototipe ini tidak dirancang untuk berfungsi bila posisi kursi tepat membelakangi meja.

Penelitian lainnya lagi yang berjudul Implementasi Sistem Navigasi Wall Following Masukan Sensor Ultrasonik Menggunakan Metode Tuning Kendali PID ini mengimplementasikan algoritma wall following pada robot wall follower menggunakan metode tuning kendali PID sebagai sistem kendali robot. Tugas robot ini adalah mampu bernavigasi dengan cara menyusuri dinding kiri dan kanan dengan tetap mempertahankan jarak robot dengan dinding agar tetap aman (tidak menyentuh dinding). Robot yang dibuat terdiri dari beberapa komponen utama yang dibedakan berdasarkan fungsinya. Untuk mendukung robot ketika melakukan navigasi telusur kiri dan kanan, digunakan tiga sensor ultrasonik yang ditempatkan di kiri, kanan dan depan robot. Untuk memudahkan pengaturan tuning, kecepatan motor, dan mode telusur, digunakan 4 buah tombol untuk mempermudah pengaturan tersebut. Sensor ultrasonik dan tombol merupakan bagian masukan (input) dari robot. Mikrokontroler digunakan sebagai pemroses utama dari robot. Keluaran dari robot adalah aktuator (motor DC), LCD 2x16 dan laptop digunakan untuk menampilkan beberapa data ketika robot sedang bernavigasi. Selain membuat algoritma wall following tugas akhir ini juga akan dibuat aplikasi menggunakan software LabVIEW yang digunakan untuk menampilkan data yang digunakan untuk mengetahui apakah parameter konstanta PID yang diterapkan telah mampu membuat pergerakan robot stabil. Penerapan kendali PID dalam robot wall follower bertujuan untuk memuluskan robot ketika sedang melakukan navigasi baik telusur kiri maupun kanan. Dengan kendali PID robot wall follower mampu bernavigasi dengan aman, stabil dan responsif.

Penentuan parameter kendali PID dalam penelitian tugas akhir ini diperoleh dari hasil tuning. Hasil penentuan parameter PID diperoleh hasil $K_p=10$, $K_i=2$ dan $K_d=67$.

Berbeda dengan empat studi literatur diatas, dengan menggunakan sistem pengendali *Proportional Integral Derivative* (PID) robot *line follower* dapat bergerak dengan stabil. Di sisi lain ada suatu kekurangan yaitu cahaya yang di terima sensor di setiap ruangan berbeda-beda, jadi sensor harus terlebih dahulu dikalibrasi.

C. Tujuan

Salah satu tujuan dibuatnya penelitian ini adalah dapat memahami metode *Proportional Integral Derivative* (PID) pada robot *line follower*, dan dapat memahami cara kerja robot *line follower* dapat di implementasikan pada keadaan yang sesungguhnya, contoh implementasi nya digunakan untuk mengantar makanan pada meja di sebuah restoran.

D. Sistematika Pembahasan

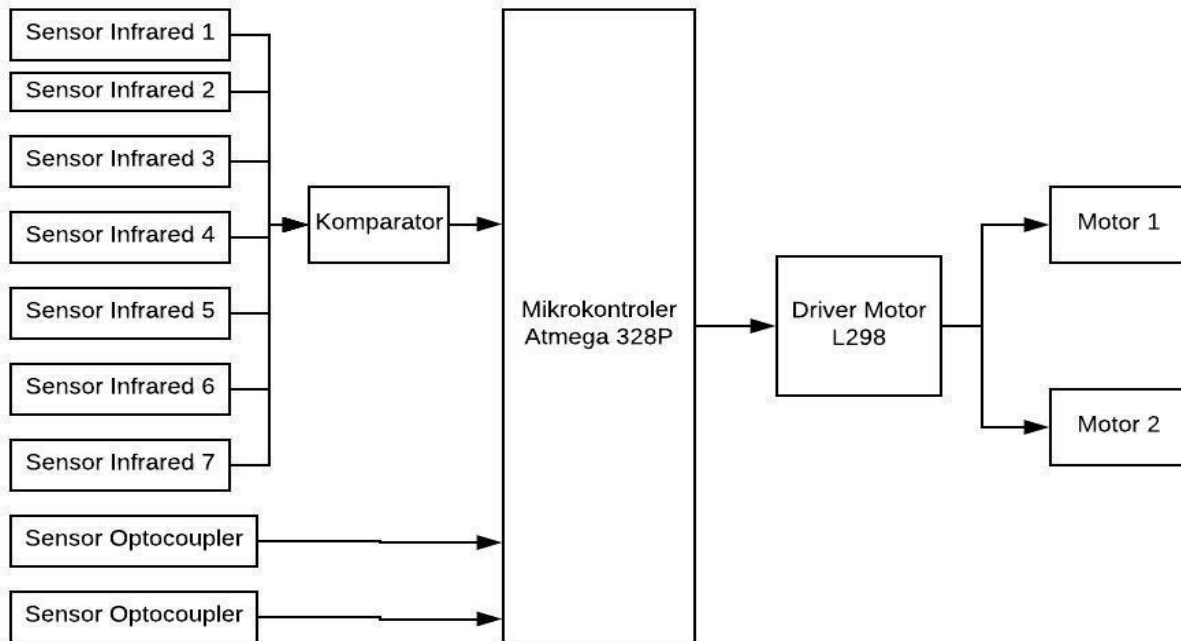
Sistematika pada penulisan penelitian ini terdiri dari beberapa bagian. Pada bagian 1 menjelaskan mengenai latar belakang, tinjauan *state of art*, tujuan dan sistematika pembahasan. Pada bagian 2 menjelaskan tentang perancangan sistem kendali yang digunakan, metode tuning, blok diagram dan diagram alir dari penelitian yang dilakukan. Pada bagian 3 akan memaparkan proses uji coba dan data yang didapat dari penelitian yang dilakukan mengenai cara kerja sistem, hasil pengujian, pengendalian *Proporsional Integral Derivative* (PID), perbandingan pengujian dan tuning *Proporsional Integral Derivative* (PID). Untuk Kesimpulan akan disajikan pada bagian 4.

II. METODOLOGI

Metode penelitian meliputi perancangan perangkat keras, kendali PID, dan metode pengujian.

A. Perancangan Perangkat Keras

Skema robot *line follower* dapat dilihat pada **Gambar 1**. Sensor infrared akan mengirimkan data ADC yang kemudian diolah oleh ATmega 328P untuk menentukan posisi robot terhadap garis. Robot ini menggunakan tujuh sensor infrared Optocoupler adalah komponen elektronika yang berfungsi sebagai penghubung berdasarkan cahaya optik.



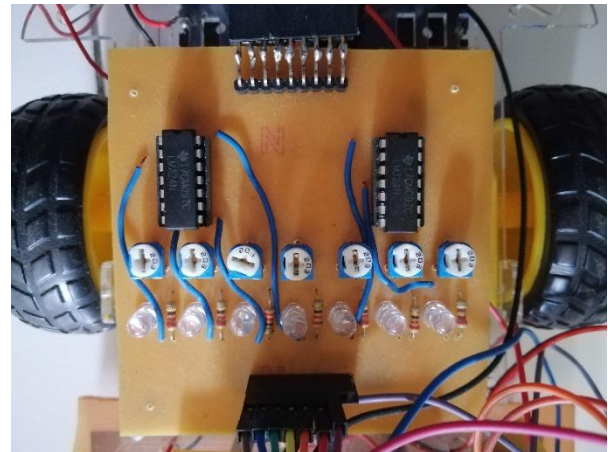
Gambar 1. Blok diagram

Komparator berfungsi membandingkan dua nilai kemudian memberikan hasilnya, mana yang lebih besar dan mana yang lebih kecil. Komparator bisa dibuat dari konfigurasi open-loop Op Amp. Jika kedua input pada Op Amp pada kondisi open-loop, maka Op Amp akan membandingkan kedua saluran input tersebut. Komparator dapat dilihat pada **Gambar 2**.

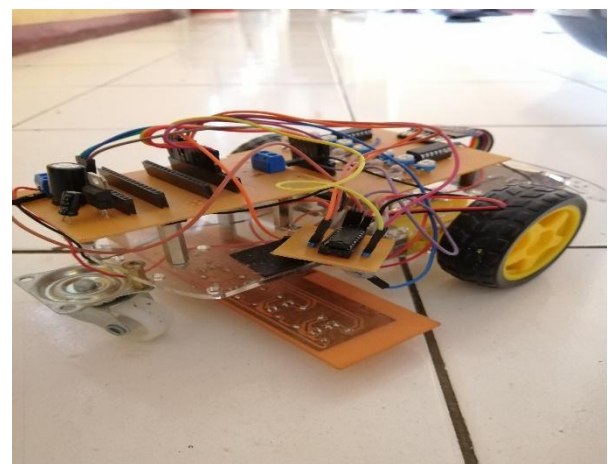
Driver L293D digunakan sebagai pengontrol motor DC dengan inputan sinyal direction dan PWM dari mikro ATmega16. Sinyal direction digunakan untuk mengontrol arah putaran motor DC sedangkan PWM digunakan untuk mengontrol kecepatan putar motor DC dengan level 0 - 255. Motor sebagai penggerak atau aktuator. Untuk lebih jelas lagi dapat dilihat tampilan robot line follower pada **Gambar 3**.

Robot line follower ini disupply oleh dua baterai lipso bertegangan 3,7 volt yang dirangkai seri, sehingga supply yang dibutuhkan untuk menjalankan robot line follower ini sekitar 7 volt.

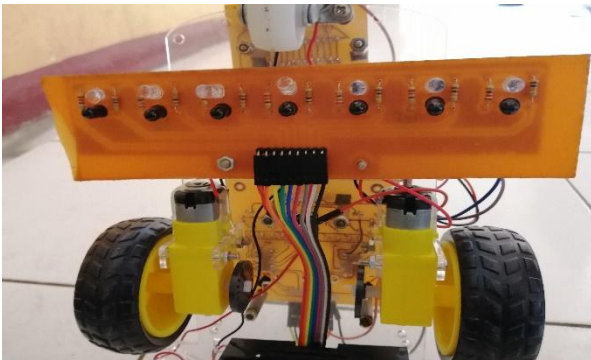
Robot ini menggunakan 7 buah sensor infrared yang disusun secara sejajar dengan jarak antara sensor sebesar 1,5 cm, hal ini memungkinkan dalam satu garis lintasan (tebal garis 2 cm) terdapat 1 atau 2 sensor terdeteksi, sehingga pilihan kondisi set point robot menjadi lebih banyak dan bervariasi yang akan di stabilkan oleh pengendali PID. Posisi sensor dapat dilihat pada **Gambar 4** sebagai berikut.



Gambar 2. Komparator



Gambar 3. Robot Line Follower



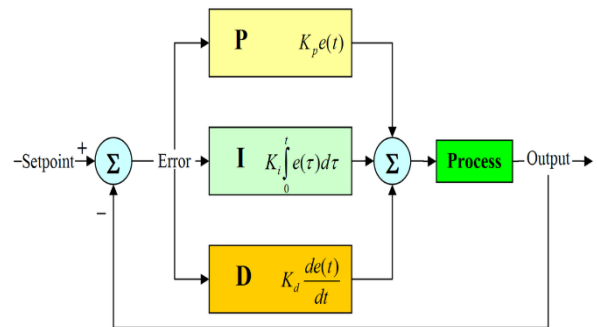
Gambar 4. Sensor Infrared

B. Kendali PID

Kontroler PID (dari singkatan bahasa Inggris Proportional Integral Derivative controller) merupakan suatu sistem kontrol yang digunakan untuk menentukan kontrol presisi suatu sistem instrumentasi dengan karakteristik adanya umpan balik (feedback) pada sistem tersebut [7]. Sebuah kontroler PID secara kontinu menghitung nilai error sebagai beda antara set point yang diinginkan dan variabel proses terukur. Kontroler mencoba untuk meminimalkan nilai error setiap waktu dengan penyetelan variabel kontrol.

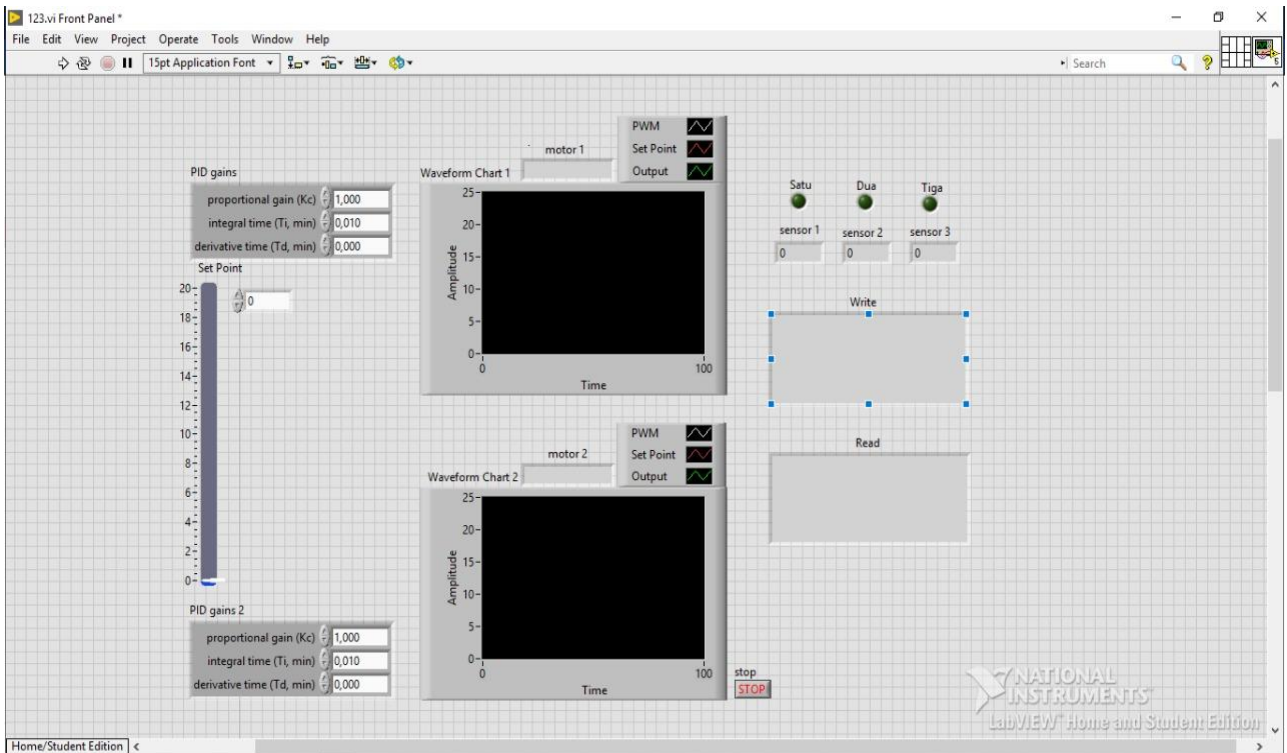
$$u(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de(t)}{dt} \tag{1}$$

K_p merupakan kontrol proporsional yang dapat memperbaiki respon transien khususnya rise time dan settling time. K_i adalah kontrol integral yang memiliki sifat lebih lambat dari kontrol proporsional. K_d adalah kontrol derivatif dimana hanya akan berubah ketika ada perubahan error, sehingga kontrol derivatif harus digunakan dengan kontrol lainnya [8]. Dapat dilihat pada Gambar 5.

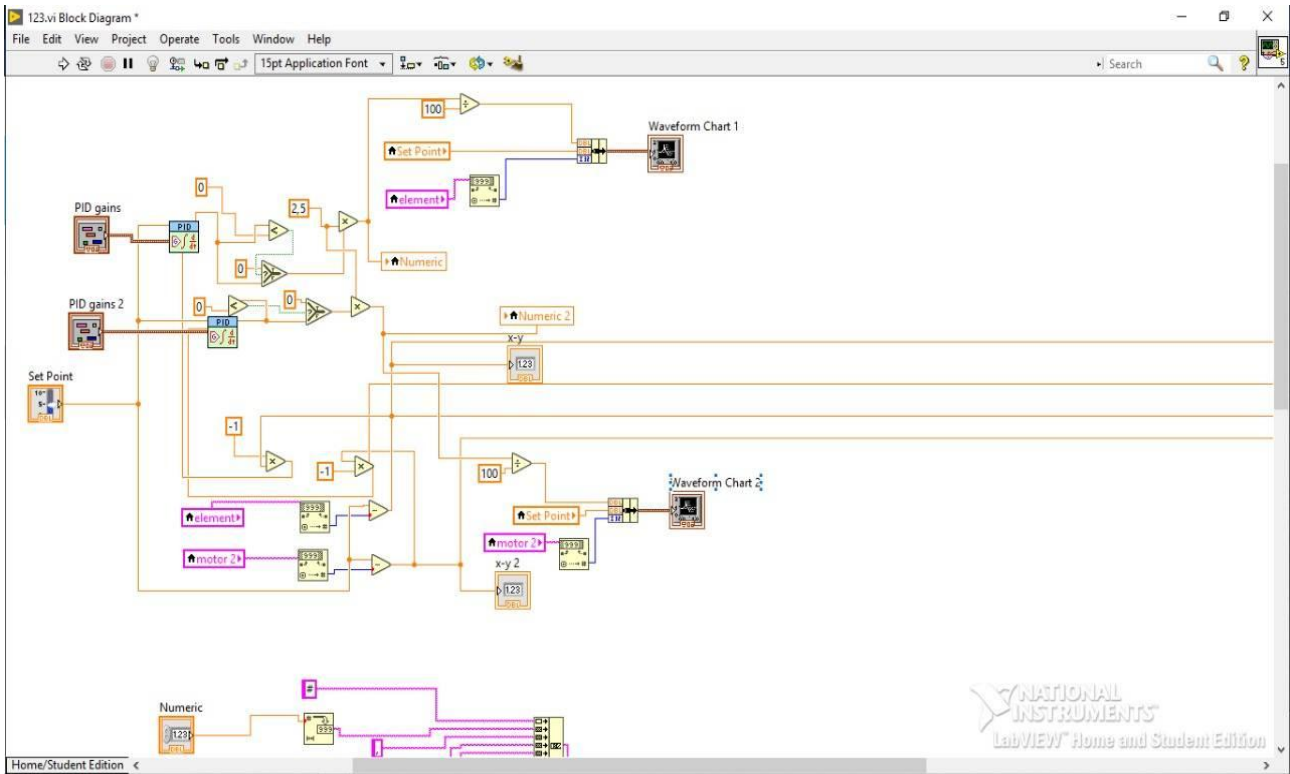


Gambar 5. Proportional Integral Derivative

Untuk tampilan front panel dan source code labview dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7 sebagai berikut.



Gambar 6. Front Panel



Gambar 7. Source Code pada Labview

C. Sistem Pengontrol

Sistem pengontrol yang di terapkan disini yaitu menggunakan pengontrol PID yang di dalamnya terdapat 3 index nilai yang harus di ketahui dengan cara tuning parameter pengontrol PID. Salah satunya yaitu dengan metode osilasi. Pada Gambar 8 terdapat pengontrol setpoint yang berfungsi untuk mengatur kecepatan 2 motor DC.



Gambar 8. Panel set point

D. Tuning Parameter Pengontrol PID

Agar diperoleh respon pengontrol yang terbaik, maka perlu dilakukan tuning parameter pengontrol PID. Dalam tuning, kita mencari nilai-nilai dari *Proportional Gain* (K_p), Waktu *Integral* (T_i) dan waktu *derivative* (T_d). Penalaan parameter *controller* PID selalu didasari atas tinjauan terhadap karakteristik yang diatur (*Plant*). Dengan demikian betapa rumitnya suatu *plant*, perilaku *plant* tersebut harus diketahui terlebih dahulu sebelum penalaan parameter PID itu dilakukan. Karena penyusunan model matematik *plant* tidak mudah, maka dikembangkan suatu metode eksperimental.

Metode ini didasarkan pada reaksi *plant* yang dikenai suatu perubahan. Dengan menggunakan metode itu model matematik perilaku *plant* tidak diperlukan lagi, karena dengan menggunakan data yang berupa kurva keluaran, penalaan kontroler PID telah dapat dilakukan. Penalaan bertujuan untuk mendapatkan kinerja sistem sesuai spesifikasi perancangan. Dua metode pendekatan eksperimen adalah Ziegler-Nichols.

E. Cara Kerja Robot Line follower Menggunakan PID

Pembuatan simulasi robot *line follower* ini menggunakan PID berbasis LabView. Meliputi proses pemrograman yang berfungsi saat setpoint

(titik acuan) di atur, maka akan mengontrol 2 buah motor DC agar dapat bekerja sesuai dengan kontrol PID yang diinginkan, dan menampilkan data yang berbentuk grafik melalui sebuah simulasi pada Labview.

Cara kerja robot *line follower* ini disupply dari IC driver motor yang telah terhubung dengan mikrokontroler arduino yang sudah terprogram. Pada 2 motor DC terdapat masing-masing 1 buah piringan yang memiliki 4 buah lubang yang berfungsi untuk pembacaan pada sebuah sensor optocoupler, yang dimana hasil pembacaan optocoupler akan di tampilkan pada sebuah program LabView dalam bentuk grafik.

F. Bagian-Bagian *Plant* Simulasi

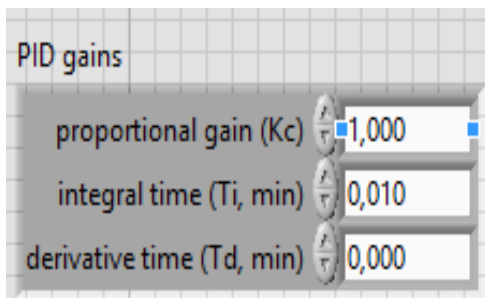
Ada beberapa bagian – bagian *plant* dan fungsi yang digunakan pada simulasi ini adalah sebagai berikut.

A. Panel *setpoint*

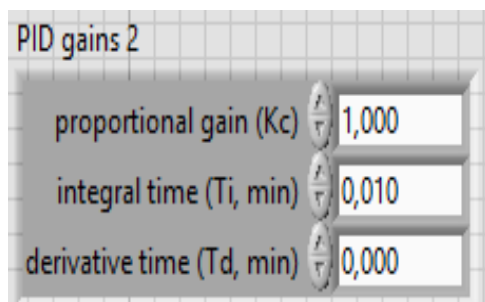
Panel *setpoint* digunakan untuk menentukan berapa *setpoint* yang di ingin kan dengan cara memindahkan jarum. Pada **Gambar 8**. Set point digunakan untuk mengatur kecepatan kedua motor DC.

B. Parameter Pengontrol PID

Parameter pengontrol PID digunakan untuk mengontrol nilai P , I, dan D dengan cara memasukan nilai yang sudah diketahui ke dalam bagian pengontrol ini **Gambar 9** dan **Gambar 10**



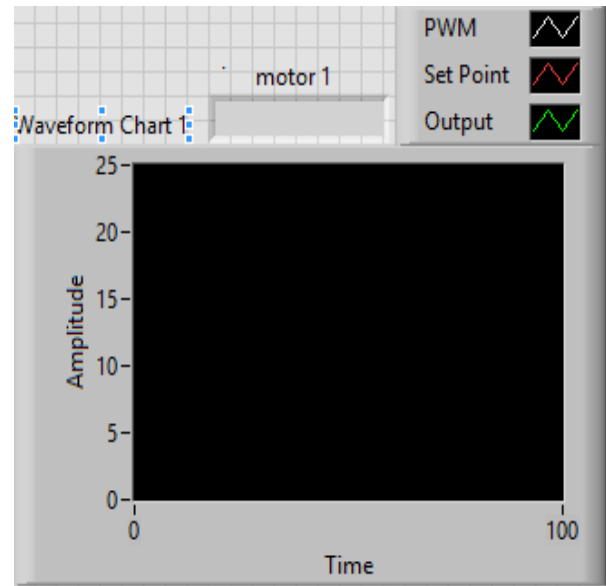
Gambar 9. Parameter pengontrol PID 1



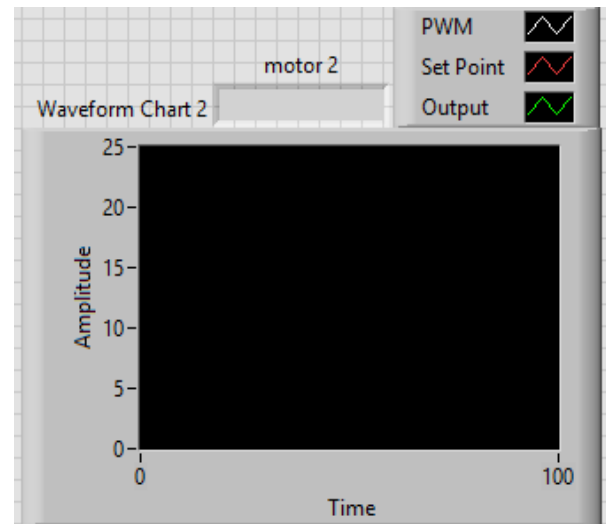
Gambar 10. Parameter pengontrol PID 2

C. *Waveform chart*

Waveform chart digunakan untuk mengetahui tampilan grafik performa sistem, pada **Gambar 11** dan **Gambar 12** adalah tampilan *waveform chart* yang digunakan dalam simulasi ini. *Waveform chart* ini terdapat dua buah, satu untuk menampilkan grafik output putaran kecepatan motor 1 dan menampilkan output putaran kecepatan motor 2.



Gambar 11. *Waveform chart* motor 1



Gambar 12. *Waveform chart* motor 2

D. Lampu Indikator

Lampu indikator ini digunakan untuk mengetahui sensor mana saja yang terdeteksi lintasan robot *line follower*. Lampu indikator ini sangat penting karena sangat membantu

untuk mengetahui kemampuan sensor. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Lampu indikator

E. Koneksi Sistem

Koneksi sistem ini digunakan untuk menghubungkan hardware dengan simulasi pada program LabView. Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 14**.



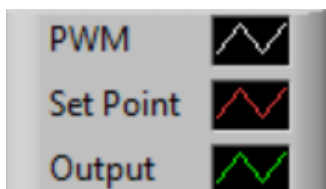
Gambar 14. Koneksi sistem

F. Tombol Stop dan Indikator Grafik

Tombol stop ini digunakan untuk menghentikan jalannya program pada sebuah program LabView. Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 15**. Indikator Grafik berfungsi untuk membedakan antara PWM (putih), *set point* (merah) dan output (hijau). Lebih jelasnya dapat dilihat pada **Gambar 16**.



Gambar 15. Tombol stop



Gambar 16. Indikator grafik

G. Cara Pengoperasian Sistem

Untuk melakukan pengoperasian sistem kecepatan motor DC ini adalah sebagai berikut:

- Pertama download file sistem pada halaman ini.
- Pada file tersebut terdapat 1 folder yang didalamnya terdapat 123.vi Buka file tersebut.
- Kemudian isi nilai $P = 279,411$ $I = 4,166$ dan $D = .1,041$, dengan cara yang dapat dilihat pada persamaan (2), (3), (4), (5).
- Jalankan program.
- Atur *setpoint* untuk mengatur kecepatan motor DC.
- Lihat grafik pada *waveform chart* akan tampil seperti **Gambar 16**.

H. Metode Pengujian

Pada pengujian, robot line follower yang sudah siap akan dihadapkan pada dua macam lintasan, yaitu lintasan lurus dan lintasan belok seperti pada **Gambar 17** dan **Gambar 18**, dengan lebar lintasan 2 cm dan warna garis hitam di atas background putih.



Gambar 17. Lintasan Lurus



Gambar 18. Lintasan Berbelok

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat di <https://youtu.be/7lbbjn68s0s>

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rancangan robot line follower hasil akhir adalah seperti pada gambar diatas, robot line follower dengan kontrol PID ini menggunakan 7 buah sensor Led dan photodiode. Pada robot ini juga menggunakan 2 buah motor DC yang dikendalikan dengan driver motor yaitu L293D yang terhubung dengan mikrokontroler dan 2

buah baterai lippo bertengangan 3,7 Volt yang di seri kan menjadi 7,4 Volt.

A. Pengujian Sensor Garis

Pengujian sensor garis dilakukan guna mengetahui nilai tegangan dan jarak sensor dengan objek. Hasil pengukuran diperlihatkan pada **Tabel 1**. Pada **Tabel 2** dapat dilihat sensor-sensor yang mengenai garis hitam dan background putih

Tabel 1. Data pengukuran sensor

No.	Jarak Sensor (cm)	Tegangan Keluaran Infrared (volt)	
		Garis Hitam	Latar Putih
1.	1,0	2,50	0,15
2.	1,5	2,76	0,14
3.	2,0	4,29	0,18
4.	2,5	4,28	0,35
5.	3,0	4,32	0,40

Tabel 2. Pembacaan lintasan

Sensor Infrared							Arah
1	2	3	4	5	6	7	
0	0	1	1	1	0	0	Lurus
0	0	1	1	0	0	0	Lurus
0	0	0	0	1	1	0	Lurus
1	1	0	0	0	0	0	Kiri
1	0	0	0	0	0	0	Kiri
0	1	0	0	0	0	0	Kiri
0	0	0	0	0	1	1	Kanan
0	0	0	0	0	1	0	Kanan
0	0	0	0	0	0	1	Kanan

Pada saat pengujian sensor infrared, terdapat indikasi-indikasi sensor, pada saat sensor infrared mengenai lintasan berwarna hitam, indikator komparator (led) akan padam seperti **Gambar 19** dan bila sensor infrared mengenai background lintasan berwarna putih indikator komparator (led) akan nyala seperti **Gambar 20**.



Gambar 19. Sensor mengenai lintasan



Gambar 20. Sensor tidak mengenai lintasan

B. Pengujian Kontrol Motor

Kontrol motor yang menggunakan motor DC digunakan untuk memutar roda yang searah jarum jam (CW) maupun berlawanan arah jarum jam (CCW).

Untuk memutar roda ada dua cara yaitu:

1. Motor dihubungkan langsung dengan roda
2. Motor dan roda menggunakan gear

Tujuan penggunaan gear pada robot yaitu menghasilkan kecepatan dan power(torsi yang besar). Berdasarkan tujuan tersebut maka ada dua konfigurasi pemasangan gear.

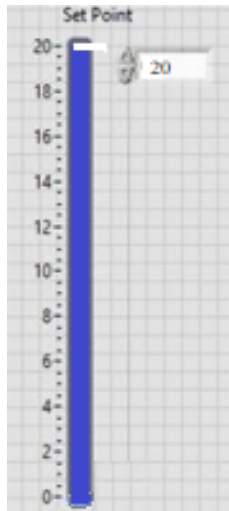
- a. Kecepatan (motor gear besar roda gear kecil)
Motor menggunakan gear yang lebih besar daripada gear yang digunakan pada roda, sehingga satu kali putaran gear motor akan menghasilkan beberapa kali putaran gear roda, sehingga menghasilkan kecepatan tinggi.
- b. Power (kecil ke besar)
Motor menggunakan gear yang lebih kecil daripada gear yang digunakan pada roda, sehingga menghasilkan putaran roda yang memiliki kecepatan yang rendah, namun memiliki power (torsi) yang besar.

C. Penentuan Parameter PID

Pengujian yang dilakukan untuk mendapatkan nilai parameter Kp, Ki, dan Kd. Berdasarkan teori yang digunakan untuk mendapatkan nilai parameter tersebut menggunakan metode ziegler nichlos, dengan menggunakan metode osilasi dan didapatkan hasil setelah di masukan nilai pada Kp sehingga terjadilah isolasi.

Cara menggunakan metode Ziegler Nichlos adalah sebagai berikut:

- a. Atur set point sesuai dengan yang diinginkan. Dalam percobaan ini kita setting di 20 seperti **Gambar 21**.



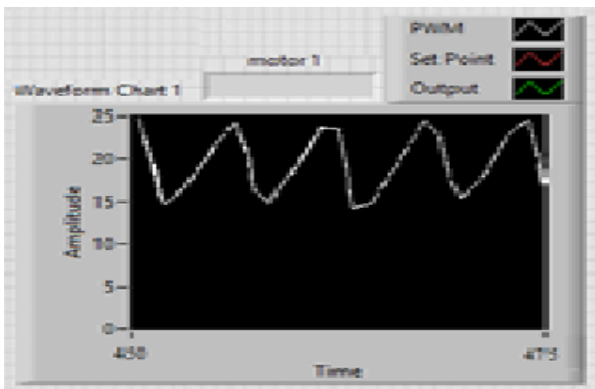
Gambar 21. Set point PID

- b. Naikan nilai kp secara berkala (kelipatan bebas) hingga muncul gelombang sinus secara berkala / berosilasi. Nilai kp yang membuat gelombang osilasi sama dengan nilai Kcr seperti **Gambar 22**.
- c. 1 perioda = 1 Vpp (*peak to peak*)
- d. Hitung nilai Pcr dengan menggunakan rumus

$$A = \frac{\text{Batas akhir grafik} - \text{batas awal grafik}}{\text{periode}} \quad (2)$$

$$A = \frac{475 - 450}{3} = 8,333$$

Keterangan : A = Pcr
 Pada persamaan (2) ini dapat dilihat grafik pada **Gambar 22**.



Gambar 22. Grafik osilasi pada waveform chart

- e. Untuk menentukan nilai Kp, Ki dan Kd yang tepat dapat digunakan rumus berikut setelah didapat masukan pada panel seperti **Gambar 23**.

$$P = \frac{Kcr}{1,7} \quad (3)$$

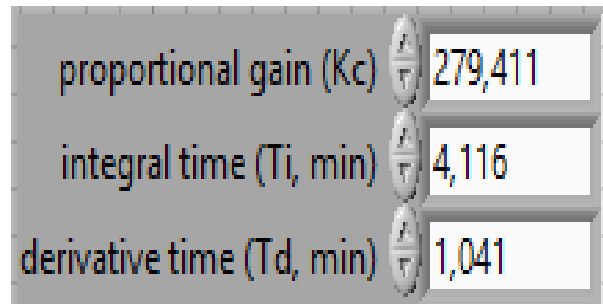
$$P = \frac{475}{1,7} = 279,411$$

$$I = \frac{Pcr}{2} \quad (4)$$

$$I = \frac{8,333}{2} = 4,166$$

$$D = \frac{Pcr}{8} \quad (5)$$

$$D = \frac{8,333}{8} = 1,041$$

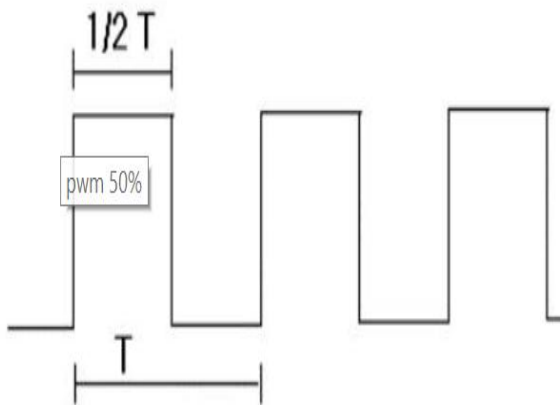


Gambar 23. Input Kp, Ki, Kd

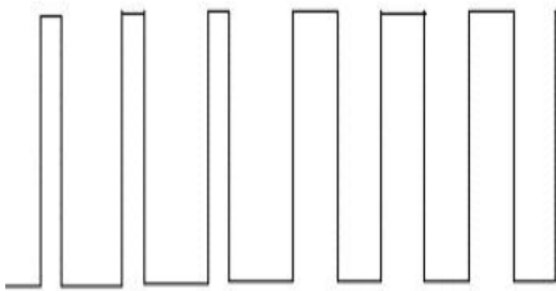
D. Mengatur Kecepatan Motor DC

Cara pengaturan kecepatan yang digunakan adalah dengan menggunakan teknik PWM (Pulse Width Modulation), salah satu teknik untuk mengatur kecepatan motor DC yang umum digunakan. Dengan menggunakan PWM kita dapat mengatur kecepatan yang diinginkan dengan mudah. Teknik PWM untuk pengaturan kecepatan motor adalah, pengaturan kecepatan motor dengan cara merubah-ubah besarnya *duty cycle* pulsa. Pulsa yang yang berubah ubah *duty cycle*-nya inilah yang menentukan kecepatan motor. Besarnya amplitudo dan frekuensi pulsa adalah tetap, sedangkan besarnya *duty cycle* berubah-ubah sesuai dengan kecepatan yang diinginkan, semakin besar *duty cycle* maka semakin cepat pula kecepatan motor, dan sebaliknya semakin kecil *duty cycle* maka semakin pelan pula kecepatan motor. Sebagai contoh bentuk pulsa yang dikirimkan adalah seperti pada gambar 1, pulsa kotak dengan *duty*

cycle pulsa 50%. Sedangkan sebagai contoh bentuk pulsa PWM adalah seperti pada **Gambar 24** dan **Gambar 25**



Gambar 24. Pulsa dengan duty cycle 50%



Gambar 25. Pulsa PWM

Seperti pada **Gambar 24**, semakin besar *duty cycle* pulsa kotak, maka semakin lama pula posisi logika *high*. Jika motor diatur agar berjalan ketika diberi logika *high*, maka jika memberi pulsa seperti pada gambar 1 diatas, maka motor akan berada pada kondisi “nyala-mati-nyala-mati” sesuai dengan bentuk pulsa tersesebut. Semakin lama motor berada pada kondisi “nyala” maka semakin cepat pula kecepatan motor tersebut. Motor akan berputar dengan kecepatan maksimum jika mendapat pulsa dengan duty cycle 100%. Dengan kata lain motor mendapat logika *high* terus menerus.

Dengan mengatur besarnya *duty cycle* pulsa kotak yang dikirimkan, kita dapat mengatur banyaknya logika *high* yang diberikan pada motor, dengan kata lain mengatur lamanya waktu motor untuk berputar dalam satu periode pulsa. Jika lamanya waktu motor untuk berputar dalam satu periode pulsa ini berubah maka kecepatan putaran motor juga akan berubah, sesuai dengan *duty cycle* atau waktu motor untuk berputar dalam satu periode pulsa.

Untuk mengatur kecepatan motor DC dibutuhkan juga sebuah driver motor, dengan adanya driver motor dari mulai kecepatan lalu torsi sebuah motor dapat di atur karena driver motor berfungsi juga sebagai penguat motor itu sendiri. Tanpa menggunakan driver motor bisa saja tetapi motor DC tidak akan bisa bekerja secara maksimal

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini dapat menyimpulkan bahwa Tuning PID menggunakan metode Ziegler Nichols dengan mencari osilasi pada terlebih dahulu pada tabel grafik lalu mencari periode, K_{cr} , dan P_{cr} , maka akan di dapatkan nilai K_p , K_i , dan K_d , pada saat program dijalankan masih terdapat bug karena komunikasi dan respon program terlalu lambat. Setelah melakukan percobaan, bila robot line follower di ujobakan di ruangan yang pencahayaannya berbeda, robot line follower harus di kalibrasi kembali pada bagian komparator agar fungsi sensor infrared dapat bekerja sesuai fungsinya.

Saran untuk penelitian berikutnya diharapkan menggunakan jenis sensor infrared yang tidak terlalu peka terhadap cahaya, agar bila berpindah ruangan tidak usah mengkalibrasi ulang sensor, pada saat melakukan *tuning* PID sebaiknya di *tuning* kedua motornya, karena putaran motor 1 dan 2 belum tentu putarannya sama.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Zakki, B. Setyawati, “Robot Line Follower Berbasis Mikrokontroler Atmega 16 dengan Menampilkan Status Gerak pada LCD,” *Universitas Narotama Surabaya, E-Jurnal NARODROID*, Vol.1 No.1 Januari 2015
- [2] A. Djuril, “Komparasi Rangkaian Sensor Garis Dengan LM 741 Dan TLC 274 Pada Robot Mobil Pengikut Garis (Line Follower) Dengan Menggunakan Mikrokontroler Atmega 8535,” *Universitas Sriwijaya, Jurnal Rekayasa Sriwijaya* No. 1 Vol. 19, Maret 2010.
- [3] Gilang, D. Andi, A. Catur, “Implementasi Kendali Logika Fuzzy pada Robot Line Follower,” *UGM, IJEIS*, Vol.4, No.1, pp. 45-56, April 2014.
- [4] O. D. Nurhayati, and E. D. Widiyanto. "Rancang Bangun Sistem Kontrol Robot Line Follower Menggunakan Logika Fuzzy." *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer* VOL 3, 536-543, 2015.
- [5] Mukti, Anggoro, O. D. Nurhayati, and E. D. Widiyanto. "Rancang Bangun Sistem Kontrol Robot Line Follower Menggunakan Logika Fuzzy." *Jurnal Teknologi dan Sistem Komputer* VOL 4, 536-543, 2015.
- [6] Janis, Daisy, D. Pang, and J. O. Wuwung. "Rancang Bangun Robot Pengantar Makanan Line Follower." *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer* VOL 1, 1-10, 2014.
- [7] Prinandika, E. Bayu, "Sistem Pengaturan Kecepatan Motor pada Robot Line Follower Berbeban Menggunakan Kontroller PID", Tugas Akhir.

- [8] Putu, dkk, "Sistem Kontrol Pergerakan pada Robot Line Follower Berbasis Hybrid PID-Fuzzy Logic", *Universitas Udayana, Prosiding Conference on SmartGreen in Electrical and Information Systems*, November 2013