

Balancing Robot Roda Dua dengan Metode Rule base Berbasis Mikrokontroler Arduino

Hendra Wijaya, Felix Pasila, Handry Khoswanto
Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra
Jl.Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

E-Mail: hendraw97@gmail.com ; felix@petra.ac.id ; handry@petra.ac.id

Abstrak - Balancing Robot Roda Dua dengan Metode Rule base Berbasis Mikrokontroler Arduino

Metode robot beroda dua untuk keseimbangan memerlukan kontrol yang baik untuk mempertahankan posisi robot dalam keadaan tegak. *Balancing* robot ini di kembangkan menjadi satu model yaitu *Segway*.

Balancing robot menggunakan mikrokontroler arduino, sensor IMU 6050, serta kontrol *Rule base*. Kontrol *Rule base* digunakan untuk membuat robot dapat berdiri tegak dengan menentukan range dan output motor yang sesuai.

Berdasarkan hasil pengujian respon robot yang dihasilkan untuk mencapai titik tegak sangat cepat sebelumnya. Seperti pada percobaan dengan set awal yang paling besar dengan kemiringan robot -11 hingga -70 dengan rata-rata respon 421 iterasi dan set awal kemiringan robot 13 hingga 70 derajat dengan respon rata-rata untuk mencapai tegak yaitu 386 iterasi.

Kata Kunci— Balancing Robot, Arduino, MPU-6050, Diver Motor.

I. PENDAHULUAN

Balancing robot (robot penyeimbang) merupakan suatu robot *mobile* yang memiliki dua buah roda di sisi kanan dan kirinya yang tidak akan seimbang apabila tanpa adanya kontroler [1]. Menyeimbangkan robot beroda dua memerlukan suatu metode kontrol yang baik untuk mempertahankan posisi robot dalam keadaan tegak. *Balancing* robot ini di kembangkan menjadi satu model yaitu *Segway*.

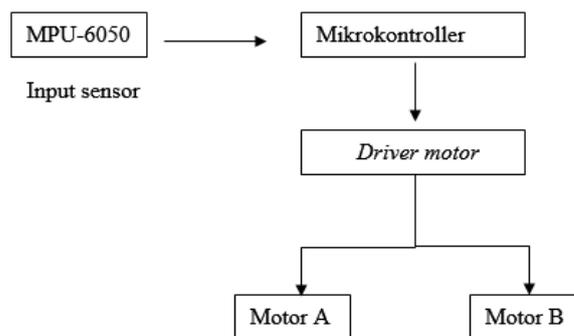
Pada *Balancing* robot ini akan menggunakan mikrokontroler arduino, sensor IMU 6050, serta kontrol *Rule base* sebagai metode pengendali. Kontrol *rule base* digunakan untuk menentukan besarnya kecepatan motor DC sebagai penggerak, berdasarkan sudut kemiringan dari badan robot yang dibaca oleh sensor IMU6050 [2-4].

II. PERENCANAAN DESAIN ALAT

Pada bab ini akan dijelaskan mengenai desain sistem secara keseluruhan, desain *hardware* yang digunakan dalam sistem, beserta desain *software*.

A. Alat Pendeteksi Level

Sistem *balancing* robot dengan menggunakan *Rule base* merupakan sebuah sistem yang memiliki tujuan untuk menyeimbangkan robot roda 2 dengan menggunakan metode *Rule base* dan sensor MPU-6050 sebagai inputan robot agar dapat berdiri tegak.



Gambar 1. Desain sistem.

Terlihat pada Gambar 1 pada skema di atas inputan dari robot *balancing* tersebut adalah MPU-6050. Dari data yang di hasilkan sensor tersebut maka Arduino akan memakai data untuk mengetahui posisi sudut dan percepatan sudut yang akan di proses oleh Arduino menggunakan *Rule base*. Setelah proses tersebut selesai maka Arduino akan memerintahkan *driver* motor untuk menggerakkan motor sesuai dengan *rules* yang telah di tetapkan.

B. Arduino

Arduino merupakan *microcontroller* yang berfungsi sebagai otak dari semua hardware yang akan memproses data dari IMU-6050 untuk memberi perintah kepada *driver* motor untuk menjalankan kedua motor sesuai dengan perintah yang telah di buat. Arduino yang di gunakan adalah Arduino mega 2560.

C. MPU 6050

Sensor ini di gunakan sebagai inputan dari *robot balancing*. Pada sensor MPU-6050 ini memiliki 2 sensor yaitu sensor *accelerometer* dan sensor *gyroscope*.

D. Driver Motor

Pada *balancing* robot ini digunakanlah *driver* motor yang berfungsi untuk memutar roda maju atau mundur. Modul *driver* ini dibutuhkan untuk menaikan arus yang dibutuhkan motor robot untuk bergerak. Motor robot yang digunakan 400rpm memiliki arus 600mA pada 12 V tanpa beban. Arduino hanya bisa mengeluarkan arus 20mA pada 5 V sehingga digunakan *driver* L298N yang mampu hingga 2A. Pada Gambar 3.4 *driver* motor L298N menerima *input* dari Arduino pin 5, 6, 7, 8, 9, dan 10.

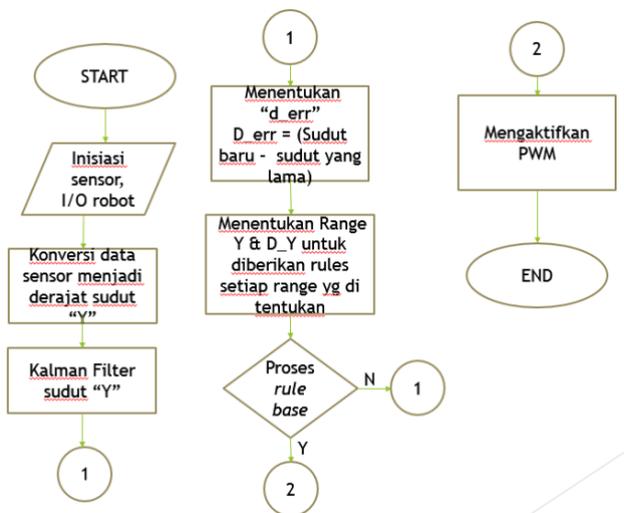
E. Desain Software

Proses awal inisiasi sensor dan I/O robot. Setelah sensor memberikan data 16 ribu bit maka data tersebut di konversikan menjadi derajat. Sudut yang di pakai merupakan sudut *Pitch* dan di *filter* menggunakan *Library Kalman filter*

dan selanjutnya menentukan nilai d_y dengan melalui pengurangan dari sudut baru terhadap sudut lama.

Tabel *rule base* dan dari posisi yang terpanggil nanti akan di proses menurut table rule base dengan output kecepatan dan arah motor yang berbeda – beda sesuai dengan kondisi *rule base* yang muncul dari fungsi “Y” dan fungsi “D_Y”.

Gambar 2. Flowchart desain sistem



Pada Gambar 2. Merupakan desain sistem dari *robot balancing*. Setup pertama yang di lakukan yaitu inisiasi sensor serta I/O robot, setelah itu mengkonversikan sensor untuk menjadi data dalam bentuk derajat serta memfilter data sensor agar data sensor lebih akurat. Untuk bagian *looping* sistem yang di lakukan adalah menentukan d_{err} , *Mapping* setiap derajat untuk di berikan output berupa kecepatan dan arah motor.

III. PENGUJIAN SISTEM DAN ANALISA

A. Pengujian data sensor “Y” dan “D_Y”

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui keberhasilan robot untuk mencapai posisi tegak dan mengetahui respon time dari robot untuk mencapai posisi tegak.

- Memposisikan robot pada nilai kemiringan awal sebagai gangguan
- Menguji apakah robot *balancing* dapat berdiri dengan tegak kembali setelah di berikan gangguan
- Posisi sensor akan di lakukan mulai dari 2.50 ~ (-0.50) derajat, 2.50 ~ 13 derajat, 13 ~ 70 derajat, (-0.50) ~ (-11) derajat dan (-11) ~ (-70) derajat. Pada setiap range yang di uji coba akan di lakukan sebanyak 5 kali pengujian.

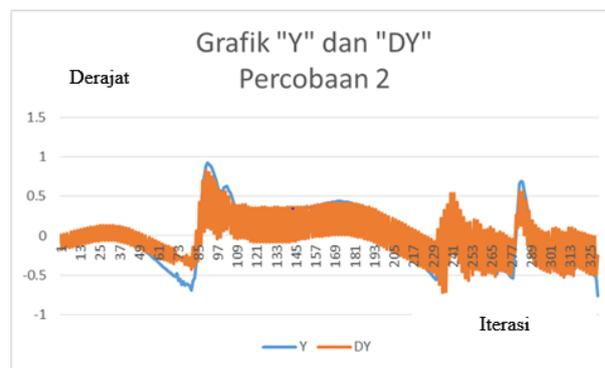
1. Pengujian data sensor dengan set awal range 2.5 ~ (-0.5)

Pada pengujian ini set awal pada range ini merupakan bagian tegak robot. Pengujian ini untuk mengetahui osilasi dari data “Y” dan “D_Y”. Untuk pengujian ini data yang di dapatkan kurang akurat di karenakan pengambilan data menggunakan kabel serial sehingga mengganggu sedikit pergerakan robot. Berikut beberapa grafik yang di peroleh:



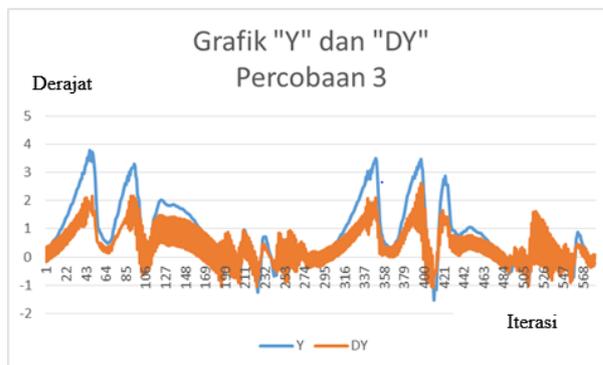
Gambar 3. Percobaan 1 range 2.50 ~ (-0.50).

Dapat di lihat Gambar 3, Data yang didapatkan tidak stabil atau banyak sekali osilasi yang terjadi, dikarenakan saat pengambilan data robot terhambat dengan berat dari kabel serial. Untuk percobaan 1 ini robot berhasil berdiri tegak.



Gambar 4. Percobaan 2 range 2.50 ~ (-0.50).

Dapat dilihat pada Gambar 4, Robot dapat berdiri



tegak dengan baik meskipun ada beberapa lonjakan osilasi tetapi robot memberikan respon balik agar robot dapat berdiri tegak dengan stabil.

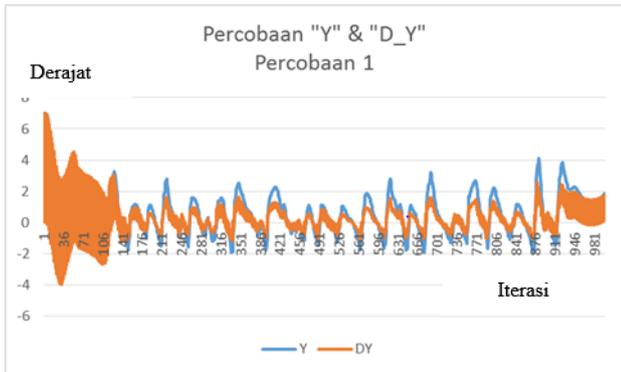
Gambar 5. Percobaan 3 range 2.50 ~ (-0.50).

Pada Gambar 5, saat melakukan pengambilan data robot mendapat gangguan dari beratnya kabel serial sehingga robot sempat mengalami ketidakseimbangan, tetapi respon robot untuk membalikan robot menjadi posisi tegak sangat cepat, terlihat pada 127 iterasi robot berhasil kembali tegak meskipun ada gangguan pada saat percobaan.

2. Pengujian data sensor dengan range 2.5 ~ 13

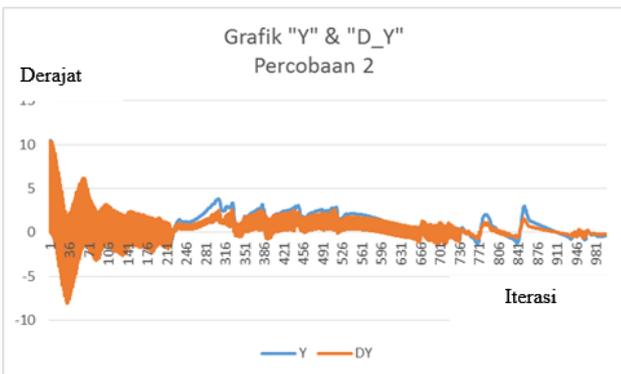
Pada pengujian ini merupakan pengujian dengan memberikan gangguan sesuai set awal robot yang telah

ditentukan. Berikut merupakan grafik dengan range 2.5 hingga 13 derajat :



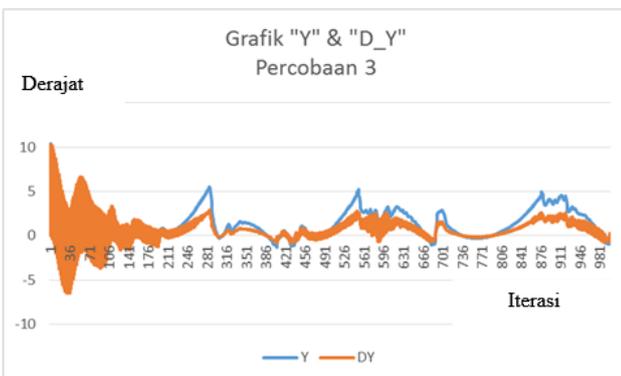
Gambar 6. Grafik percobaan 1 range 2.5 ~ 13

Dapat dilihat pada Gambar 6. respon robot untuk berdiri tegak saat di berikan gangguan berupa set kemiringan awal robot sangat cepat. Dengan respon 176 iterasi robot dapat berdiri tegak.



Gambar 7. Grafik percobaan 2 range 2.5 ~ 13

Pada Gambar 7. Robot diberikan gangguan set awal robot sebesar 10.43 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 246 iterasi.



Gambar 8. Grafik percobaan 3 range 2.5 ~ 13

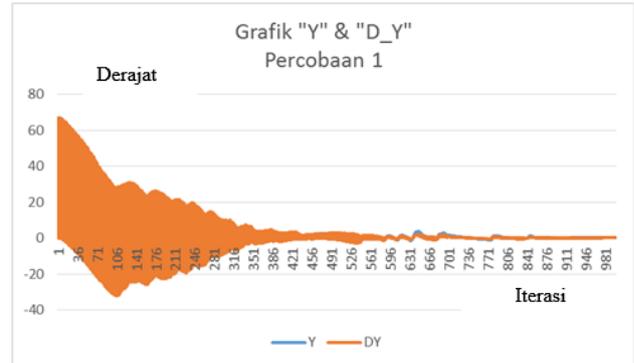
Pada Gambar 8. Robot di beri set awal sebesar 10.34 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 280 iterasi.

Pada percobaan dengan set awal robot sebesar 2.5 hingga 13 derajat robot dapat seimbang kembali dengan baik. Terlihat pada hasil grafik pada semua percobaan respon robot sangat cepat untuk menjaga keseimbangan robot saat di berikan gangguan. Pada semua percobaan yang di lakukan robot dapat

berhasil berdiri tegak dengan baik. Rata- rata respon robot untuk dapat berdiri tegak dari ke-5 percobaan yaitu 420 iterasi.

3. Pengujian data sensor dengan range 13 ~70

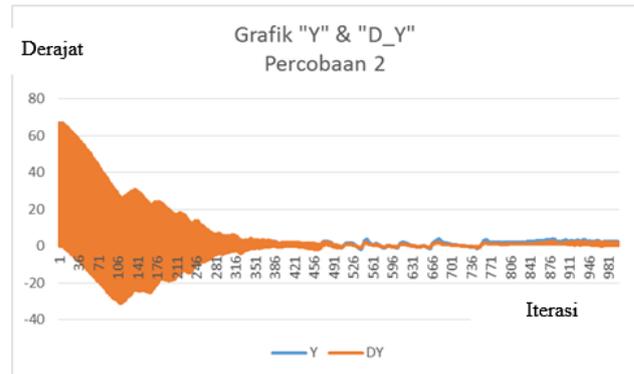
Pada pengujian ini merupakan pengujian dengan memberikan gangguan sesuai range derajat yang telah ditentukan. Berikut merupakan grafik dengan range 13 hingga



70 derajat.

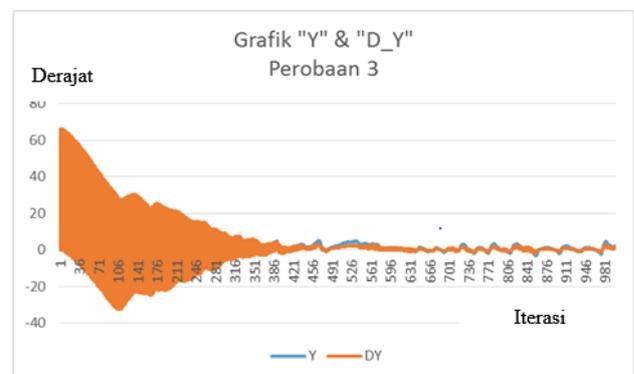
Gambar 9. Grafik percobaan 1 range 13 ~ 70

Pada Gambar 9. Robot di beri set awal sebesar 66.69 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 596 iterasi.



Gambar 10. Grafik percobaan 2 range 13 ~ 70

Pada Gambar 10. Robot di beri set awal sebesar 67.1 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 526 iterasi.



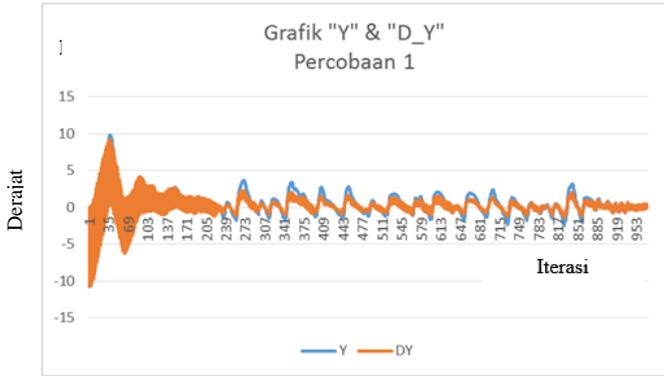
Gambar 11. Grafik percobaan 3 range 13 ~ 70

Pada Gambar 11. Robot di beri set awal sebesar 66.13 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 631 iterasi.

Pada percobaan ini osilasi pada grafik sangat besar di karenakan nilai “y” dan “dy” sangat besar. Pada percobaan ini terlihat nilai “dy” besar untuk membuat robot dapat berdiri tegak. Rata-rata kecepatan respon robot sampai tegak yaitu 589 iterasi.

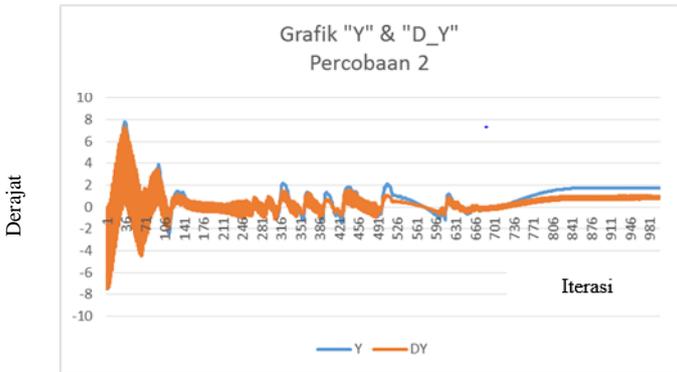
4. Pengujian data sensor dengan range -0.5 ~ -11

Pada pengujian ini merupakan pengujian dengan memberikan gangguan sesuai range derajat yang telah ditentukan. Berikut merupakan grafik dengan range -0.5 hingga -11 derajat :



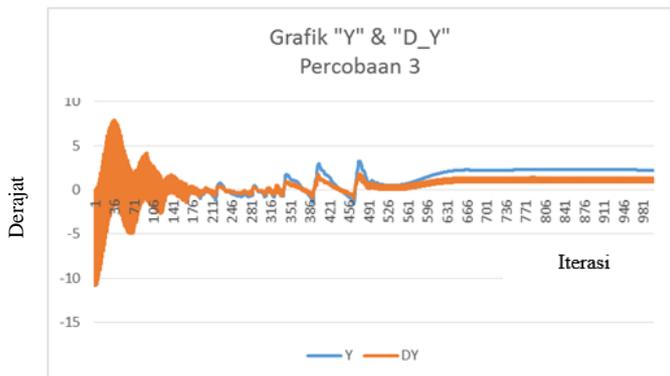
Gambar 12. Grafik percobaan 1 range -0.5 ~ -11

Pada Gambar 12. Robot di beri set awal sebesar -10.75 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 239 iterasi.



Gambar 13. Grafik percobaan 2 range -0.5 ~ -11

Pada Gambar 13. Robot di beri set awal sebesar -7.51 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 281 iterasi.



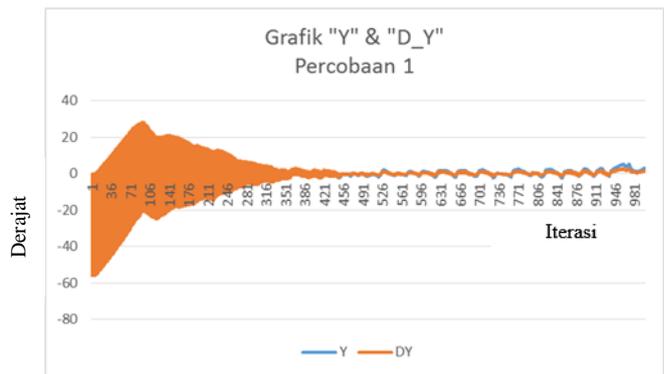
Gambar 14. Grafik percobaan 3 range -0.5 ~ -11

Pada Gambar 14. Robot di beri set awal sebesar -10.88 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 246 iterasi.

Pada percobaan dengan gangguan range -0.5 ~ -11 terlihat osilasi pada grafik sangat kecil di karenakan gangguan pada robot kecil juga. Respon robot sangat baik pada gangguan range ini di karenakan gangguan yang di berikan sangat kecil sehingga dengan cepat robot dapat berdiri tegak kembali. Pada percobaan ini robot berhasil berdiri tegak. Rata-rata kecepatan respon robot sampai tegak yaitu 272 iterasi.

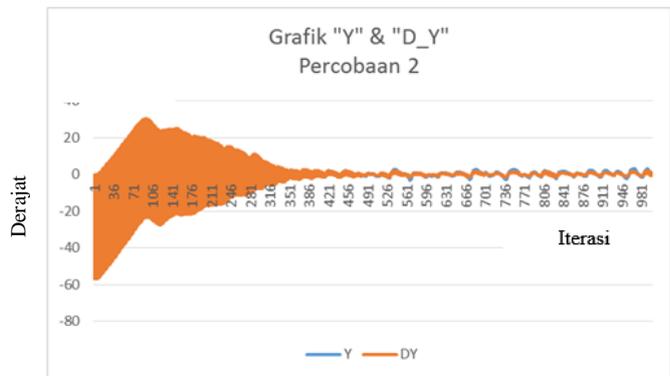
5. Pengujian data sensor dengan range -11 ~ -70

Pada pengujian ini merupakan pengujian dengan memberikan gangguan sesuai range derajat yang telah ditentukan. Berikut merupakan grafik dengan range -11 hingga -70 derajat :



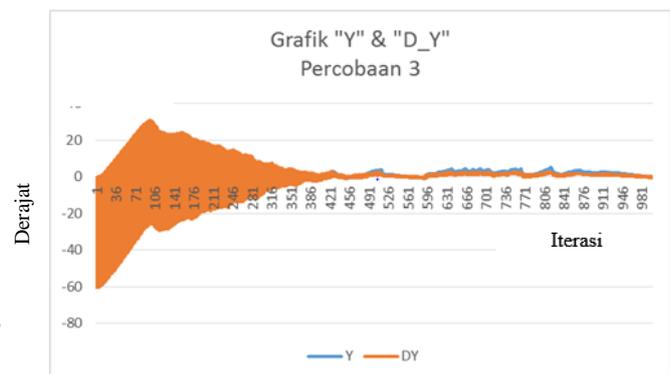
Gambar 15. Grafik percobaan 1 range -11 ~ -70

Pada Gambar 15. Robot di beri set awal sebesar -57.19 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 456 iterasi.



Gambar 16. Grafik percobaan 2 range -11 ~ -70

Pada Gambar 16. Robot di beri set awal sebesar -55.82 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 491 iterasi.



Gambar 17. Grafik percobaan 3 range -11 ~ -70

Pada Gambar 17. Robot di beri set awal sebesar -57.05 derajat. Respon robot menuju tegak yaitu 491 iterasi.

Pada percobaan ini nilai osilasi pada \dot{y} sangat besa sekali di karenakan gangguan pada percobaan ini besar sekali. Butuh respon yang lebih lama dari percobaan sebelumnya dengan set awal -0.5 hingga -70 derajat, dikarenakan gangguan pada percobaan ini besar dan butuh waktu untu mencapai titik tegak dari robot. Rata-rata kecepatan respon robot sampai tegak yaitu 463 iterasi.

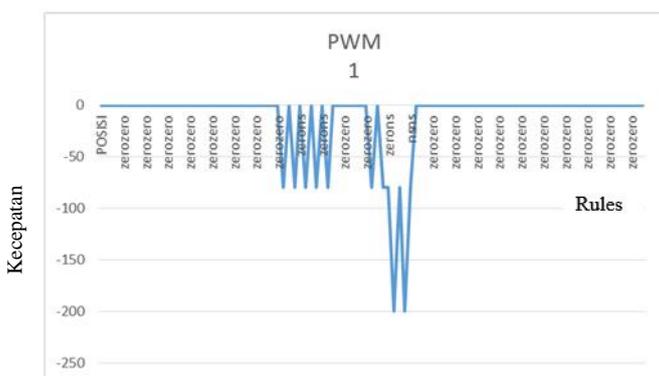
B. Pengujian data kecepatan base motor terhadap Rule

Pada pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah kecepatan PWM sesuai dengan *rule base* yang telah di setting sebelumnya. Nilai yang di dapatkan berasal dari nilai eksperimental di mana mencoba mengubah – ubah nilai PWM sampai robot balancing dapat berdiri tegak dengan baik. Berikut merupakan tabel *rule base* dengan PWM yang telah di setting:

Tabel 1. PWM rule base

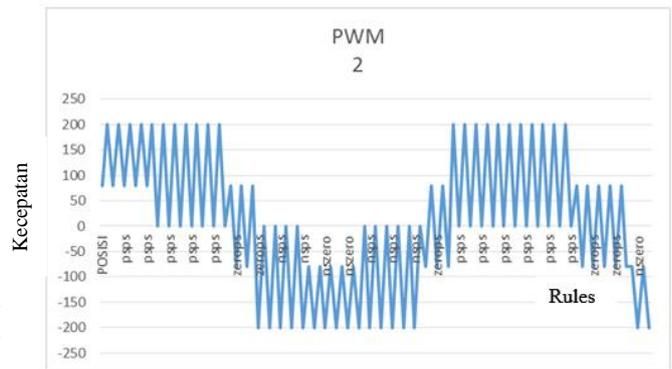
		Angle_err					
		MOTOR	NB	NS	ZERO	PS	PB
Del_	NB	-255	-255	-200	-80	0	
	NS	-255	-200	-80	0	80	
Angle_err	ZERO	-200	-80	0	80	200	
	PS	-80	0	80	200	255	
	PB	0	80	200	255	255	

Tabel 1. Merupakan settingan PWM menurut *rule base*. Pada kecepatan di atas nanti yang akan mempengaruhi berhasil atau tidaknya robot untuk berdiri tegak. Berikut merupakan percobaan PWM terhadap *rule base*:



Gambar 18. Grafik percobaan 1 PWM terhadap Rule base

Pada percobaan pertama saat robot berdiri tegak tanpa adanya gangguan, terlihat pada grafik di atas nilai 0 yang di hasilkan di PWM lebih dominan di karenakan posisi robot yang tegak dan stabil.



Gambar 19. Grafik percobaan 2 PWM terhadap Rule base

Pada grafik percobaan ke -2 di atas angka 200 dan -200 pada PWM dominan untuk mencari titik keseimbangan robot. Pada percobaan ini robot di berikan gangguan pada set awal robot pada *range* 2.5 ~ 13 derajat, pada percobaan ini respon motor untuk mencari titik keseimbangan sangat cepat.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dari pengerjaan ini adalah sebagai berikut:

- Respon robot yang dihasilkan untuk mencapai titik tegak sangat cepat. Seperti pada percobaan dengan set awal kemiringan robot -11 hingga -70 dengan rata-rata respon 421 iterasi dan set awal kemiringan robot 13 hingga 70 derajat dengan respon rata-rata untuk mencapai tegak yaitu 386 iterasi.
- Pada pengujian kecepatan motor robot, saat robot dimiringkan hingga kemiringan maksimal maka output dari rule base di setting dengan kecepatan maksimal motor, jika robot mulai mendekati titik tegak maka setting kecepatan motor akan lebih kecil di bandingkan saat posisi robot dimiringkan maksimal.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ghani, A., Yon, T. P., Naim, F., & Haur, L. K. (2011). Dual Mode Navigation for Two-Wheeled Robot. 1. Retrieved June 2, 2017
- [2] Ketaren, L. P., Ma'a, M., & Rahmawaty, M. (2015). *Balancing Robot Beroda Dua Menggunakan Metoda*, 1-8. Retrieved June 2, 2017
- [3] Laksana, A., Setiawan, I., & Sumardi. (n.d.). *Balancing Robot Beroda Dua menggunakan Metode Kendali Proposional*. Universitas Diponegoro. Retrieved June 2, 2017
- [4] Laksono, S. T. (2010). Kontrol robot keseimbangan beroda dua yang dapat mendeteksi garis. 1-21. Retrieved June 2, 2017, from Mega 2560: http://dewey.petra.ac.id/catalog/ft_viewer.php?fname=junkpe/s1/elkt/2010/jiunkpe-ns-s1-2010-23406014-19889-line-chapter2.pdf