

**IMPLEMENTASI KONTROL PID PADA SISTEM ROBOT BERDODA UNTUK PELACAK POSISI
DENGAN GPS**
*IMPLEMENTATION CONTROL PID OF SYSTEM WHEELED ROBOT FOR TRACKING POSITION
WITH GPS*

Wahyu Rangga Pratama¹, Drs. Suwandi, M.Si., M.Sc², Reza Fauzi S.Pd, M.T³

^{1,2}Prodi S1 Teknik Fisika, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom, Bandung

wahyurangga96@gmail.com¹, suwandi.sains@gmail.com², Rezafauzii@gmail.com³

Abstrak

Robot pelacak posisi merupakan salah satu teknologi robot beroda yang memiliki misi bergerak secara otomatis dari posisi awal menuju posisi yang diberikan dengan memanfaatkan koordinat pada sumbu x dan sumbu y untuk melacak posisi. Dalam penggunaannya, RTP dapat berfungsi untuk memindahkan barang secara otomatis, membantu dalam melakukan pemetaan bidang tanah, dan menjadi supir otomatis untuk mengantarkan manusia. Namun agar RTP dapat berfungsi dengan baik, maka harus dipadukan dengan sistem global positioning (GPS) dan kompas. GPS merupakan sistem untuk memberikan posisi dan navigasi global dengan menggunakan satelit untuk memperoleh titik koordinat yaitu *longitude* (sumbu x) dan *latitude* (sumbu y). Kompas merupakan sistem untuk menentukan arah mata angin pada RTP saat bergerak menuju posisi yang dituju. Agar RTP dapat bergerak secara otomatis maka dibutuhkan suatu sistem kontrol. Sistem kontrol yang akan digunakan merupakan parameter kontrol PID. Sistem kontrol yang dirancang untuk robot pelacak posisi menggunakan metododengan $K_p = 12$, $T_i = 0.83$ s, $K_i = 14.55$, $T_d = 0.21$ s, dan $K_d = 2.48$.

Kata Kunci: Robot Pelacak Posisi, GPS, PID, Ziegler- Nichols.

Abstract

Position tracking robot is one of the wheeled robot technology which has a mission to move automatically from the initial position to the given position by utilizing coordinates on the x axis and y axis to track position. In its use, RTP can function to move goods automatically, help in mapping land parcels, and become an automatic driver to deliver humans. But in order for RTP to function properly, it must be combined with a global positioning system (GPS) and compass. GPS is a system to provide global positioning and navigation by using satellites to obtain coordinate points that are longitude (x axis) and latitude (y axis). Kompas is a system to determine the direction of the wind on RTP when moving towards the intended position. In order for RTP to move automatically, a control system is needed. The control system that will be used is a PID control parameter. A control system designed for position tracking robots using the Ziegler-nichols method $K_p = 12$, $T_i = 0.83$ s, $K_i = 14.55$, $T_d = 0.21$ s, and $K_d = 2.48$

Keywords: Position Tracking Robot, GPS, PID, Ziegler- Nichols

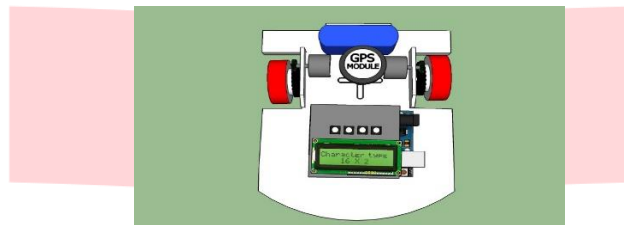
1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi di dunia tumbuh dengan cepat. Perkembangan teknologi diharapkan dapat menciptakan alat-alat untuk membantu pekerjaan manusia. Salah satu teknologi yang berkembang saat ini adalah robot. Robot merupakan sebuah alat yang dapat menirukan pekerjaan manusia dengan cara otomatis yang dikontrol melalui suatu program[1]. Robot *Tracking position* (RTP) adalah salah satu teknologi robot beroda yang memiliki misi bergerak secara otomatis dari posisi awal menuju posisi yang diberikan dengan memanfaatkan koordinat pada sumbu x dan sumbu y untuk melacak posisi[2]. Dalam penggunaannya, RTP dapat berfungsi untuk memindahkan barang secara otomatis, membantu dalam melakukan pemetaan bidang tanah [3], dan menjadi supir otomatis untuk mengantarkan manusia. Namun agar RTP dapat berfungsi dengan baik, maka harus dipadukan dengan sistem global positioning (GPS) dan kompas. GPS merupakan sistem untuk memberikan posisi dan navigasi global dengan menggunakan satelit untuk memperoleh titik koordinat yaitu *longitude* (sumbu x) dan *latitude* (sumbu y)[4]. Kompas merupakan sistem untuk menentukan arah mata angin pada RTP saat bergerak menuju posisi yang dituju. Kegunaan GPS pada RTP dari beberapa peneliti, seperti Kang Hou membuat suatu sistem pada robot yang sedang bergerak untuk navigasi dalam melakukan pelacakan

posisi tujuan [5], Ramon A dan Chhabil menciptakan suatu sistem pada robot untuk memonitoring keberadaan posisi awal sampai posisi tujuan ketika bergerak[6] [7]. Apabila GPS sudah menerima titik posisi yang sudah diberikan, maka sistem akan memerintahkan robot untuk bergerak menyelesaikan tugasnya yang berpindah dari posisi start menuju posisi finish dengan cara dikontrol secara otomatis. Agar RTP dapat bergerak secara otomatis maka dibutuhkan suatu sistem kontrol. Sistem kontrol yang akan digunakan merupakan parameter kontrol PID[9]. Pada saat RTP bergerak menuju posisi tujuan akan terjadi *error* yang disebabkan dari perbedaan *longitude* dan *latitude* posisi *start* sampai posisi tujuan. Parameter PID nantinya akan memperbaiki *error* agar RTP dapat bergerak sampai posisi tujuan dengan terkontrol secara otomatis. Oleh karena itu dalam tugas akhir kali ini akan dibuat sebuah robot yang akan dipasangkan GPS dan dapat dikontrol secara otomatis untuk bergerak menuju posisi yang diberikan secara otomatis.

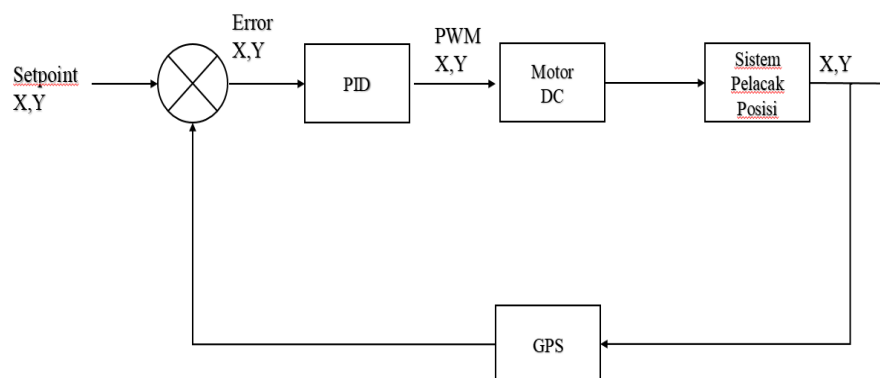
2. Perancangan Sistem Pelacak Posisi

Pada sistem pelacak posisi harus diperhatikan perancangan pada bagian mekanik dan perancangan sistem kontrol akan sangat mempengaruhi pergerakan sistem. Berikut adalah perancangan perangkat keras dan perancangan sistem kontrol yang akan digunakan pada sistem pelacak posisi untuk pengerjaan tugas akhir ini



Gambar 2.2 Desain Perancangan Mekanik

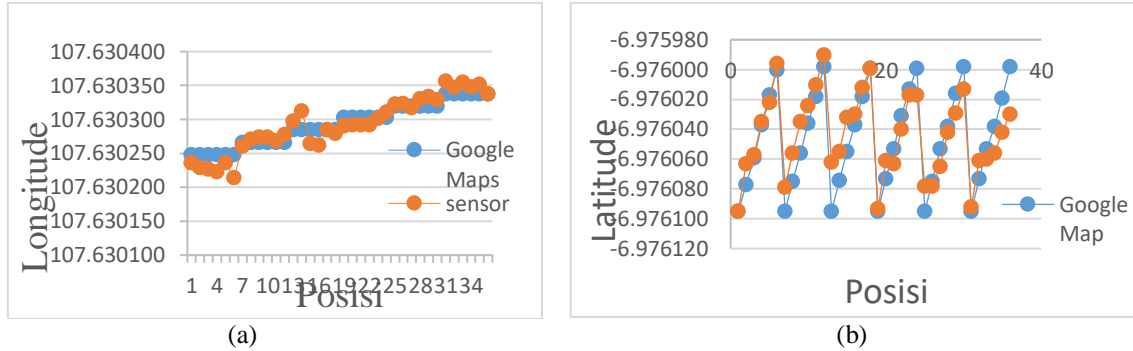
Sensor GPS yang digunakan adalah Ublox Neo 6M. Sensor Ublox Neo 6M dapat mendeteksi posisi sumbu x dan sumbu y dengan memanfaatkan sinyal yang diberikan dari satelit diluar angkasa. Kompas yang digunakan untuk mengetahui arah mata angin adalah HMC5883L dikarenakan dapat memberikan bantuan pada robot untuk menuju arah yang dituju. *Microcontroller* yang digunakan adalah *board* Arduino mega 2560. Tipe *board* ini dipilih karena memiliki fitur pemrograman yang mudah dan memiliki pin *input/output*. Motor yang digunakan adalah motor DC 12V dengan memiliki kecepatan RPM 12000 dapat membantu sistem bergerak dengan cepat ke posisi tujuan. Driver motor yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor DC dan arah motor DC adalah Driver H Bridge Mosfet. Driver tersebut nantinya akan dikoneksikan pada 2 buah pin PWM pada arduino untuk mengatur kecepatannya dan 2 buah ke pin digital pada arduino untuk mengatur arah putar motor dc. Pada saat sistem bergerak membutuhkan metode kontrol untuk membantu sistem dapat bergerak sampai posisi tujuan (*setpoint*) yaitu sistem menuju ke posisi sumbu x, sumbu y dan penyatuan posisi sumbu x dengan sumbu y. Pada saat sistem menuju sumbu x atau sumbu y dapat menggunakan metode kontrol PID untuk memperkecil *error* yang terjadi dari perbedaan posisi awal dengan posisi tujuan. Pada saat sistem menuju sumbu x dan sumbu y secara bersamaan maka sistem membutuhkan kompas sebagai kontrol on- off untuk menyesuaikan arah yang dituju, setelah keadaan sistem sudah sesuai dengan arah yang dituju maka sistem akan bergerak menuju posisi tujuan dengan kontrol PID.



Gambar 2.2 Diagram Blok Sistem Kontrol PID

3. Pembahasan

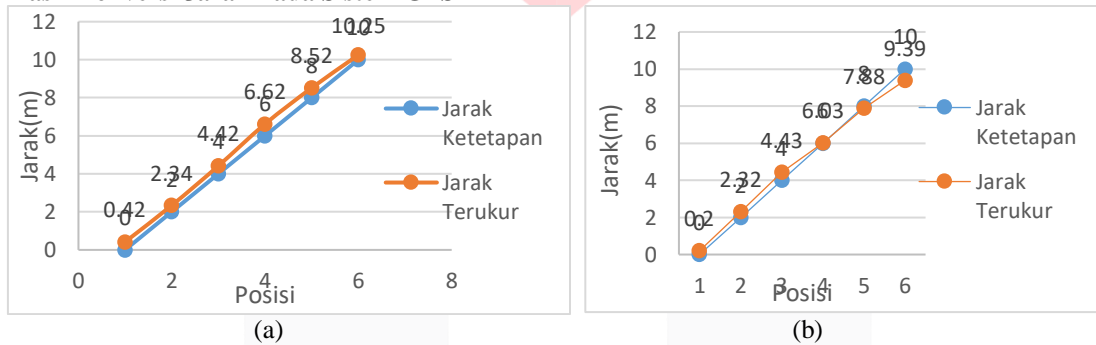
3.1 Hasil Karakterisasi Sensor GPS



Grafik 3.1 Karakterisasi Ublox Neo 6m Pada Sumbu Longitude Dan Latitude

Pada Grafik 3.1 Adanya perbedaan posisi real dari *google maps* dengan hasil pengukuran oleh sensor posisi GPS Ublox Neo 6M. Dengan parameter- parameter sebagai berikut yang didapat pada sistem pelacak posisi untuk posisi *longitude slope* = 1.0168, *intercept* = -1.8102 maka persamaan liniernya adalah $y = -1.8102 + 1.0168 x$ sedangkan untuk posisi *latitude slope* = 0.8215, *intercept* = maka persamaan liniernya adalah $y = -1.2448 + 0.8215 x$. Tingkat Ketelitian Longitude = 99.999989% dan Latitude = 99.999989%.

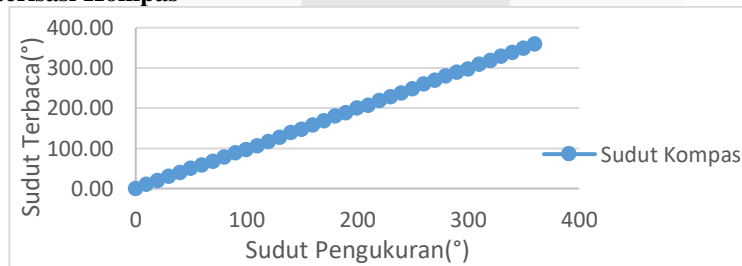
3.2 Hasil Konversi Jarak Pada Sistem GPS



Grafik 3.2 Karakterisasi Longitude Dan Latitude Terhadap Jarak

Pada Grafik 3.2 mendapatkan nilai parameter sebagai berikut pada sumbu x dengan *slope* = 1.124, *intercept* = 1.610 maka persamaan liniernya $y = 1.610 + 1.124x$ sedangkan pada sumbu y *slope* = 0.661, *intercept* = 1.787 maka persamaan liniernya $y = 1.787 + 0.661x$. Tingkat Ketelitian Sumbu x = 90,64% dan sumbu y = 93.03%

3.3 Hasil Karakterisasi Kompas



Grafik 3.3 Karakterisasi Sensor Kompas HMC5883L

Pada Grafik 3.3 mendapatkan nilai parameter sebagai berikut *slope* = 0.9683, *intercept* = 0.1235 maka persamaan liniernya adalah $y = 0.1235 + 0.9683x$. Tingkat Ketelitian Sensor Kompas HMC5883L = 98.91%

3.4 Tuning Parameter PI dan PID

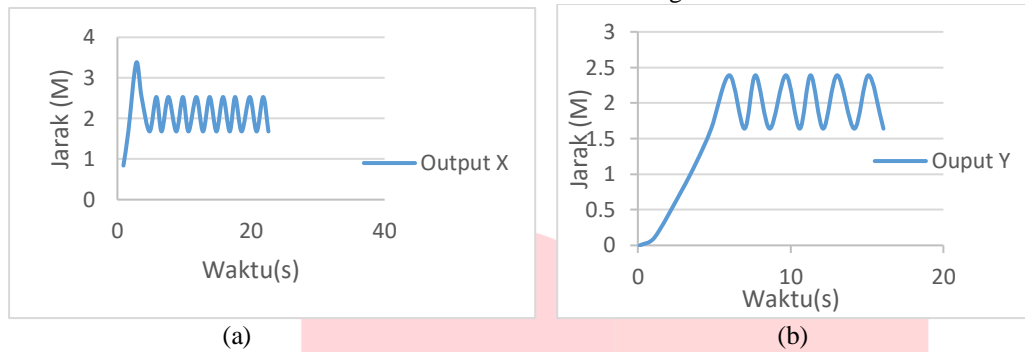
Tuning parameter PI dan PID menggunakan metode Ziegler-Nichols. Metode Ziegler-Nichols memiliki kelebihan di mana perancang tidak perlu membuat pemodelan sistem untuk melakukan tuning PI dan PID. Langkah-langkah menentukan parameter PI dan PID menggunakan metode ZN :

1. Rancang sistem closed loop dengan menggunakan metode Kontrol proposional.
2. Naikan Kp secara bertahap sampai sistem berosilasi.
3. Tentukan nilai Kp ultimate (Kpu) dan periode ultimate(Pu).

Setelah mendapatkan nilai K_{pu} dan T_u maka nilai K_p , T_i , dan T_d dapat ditentukan dengan tabel 3.1

Tipe	K_p	T_i	T_d
P	$0.5K_{pu}$	-	-
PI	$0.45K_{pu}$	$P_u/1.2$	-
PID	$0.6K_{pu}$	$P_u/2$	$P_u/8$

Tabel 3.1 Persamaan Tuning PID Metode ZN



(a) (b)
Grafik 3.4 Hasil Respon Sumbu x dan y Dengan $K_p = 20$

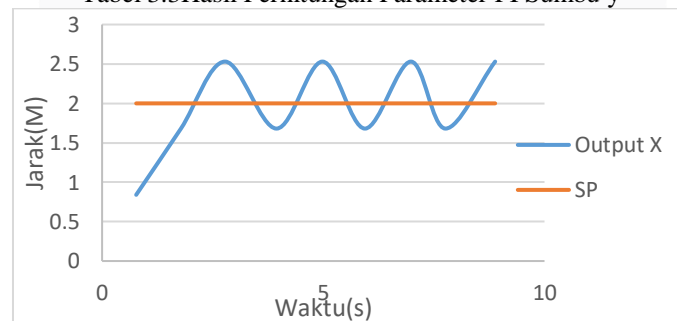
Pada Grafik 3.4 terlihat sistem beresilasi dengan seragam sehingga dapat ditentukan $K_p = 20$. Tabel di bawah ini merupakan hasil perhitungan parameter PI

Hasil Perhitungan PI Sumbu X dengan $K_{pu} = 20$ dan $P_u = 1.79$ s	
KP	9
T_i	1.49 s
K_i	6.03

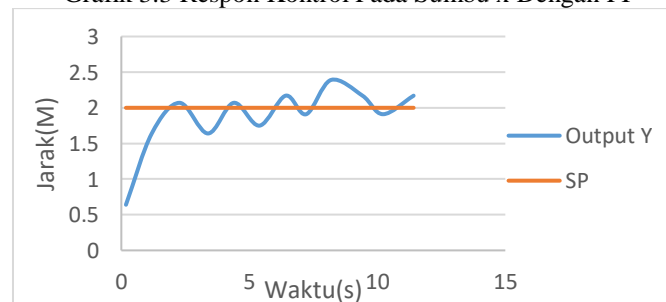
Tabel 3.2 Hasil Perhitungan Parameter PI Sumbu x

Hasil Perhitungan PI Sumbu Y dengan $K_{pu} = 20$ dan $P_u = 1.65$ s	
KP	9
T_i	1.38 s
K_i	6.55

Tabel 3.3 Hasil Perhitungan Parameter PI Sumbu y



Grafik 3.3 Respon Kontrol Pada Sumbu x Dengan PI



Grafik 3.4 Respon Kontrol Pada Sumbu Y Dengan PI

Pada Grafik 3.3 dan 3.4 mendapatkan $error\%$ sumbu x = 21.15% dan sumbu y = 7.16%. Error pada sumbu x sangat besar disebabkan oleh pembacaan sensor untuk sumbu x kurang stabil.

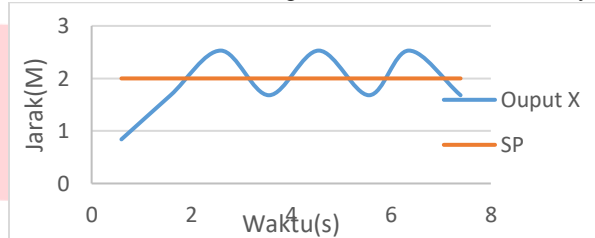
Hasil Perhitungan PID Sumbu X dengan $K_{pu} = 20$ dan $P_u = 1.79$ s

Kp	12
Ti	0.9
Ki	13.41
Td	0.22
Kd	2.69

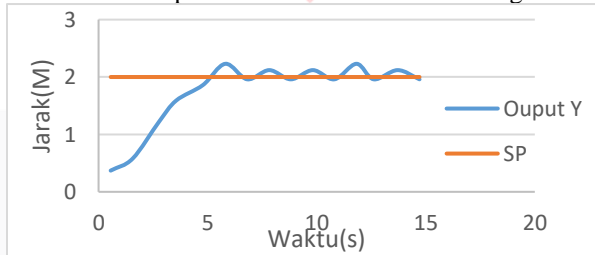
Tabel 3.4 Hasil Perhitungan Parameter PID Sumbu x

Hasil Perhitungan PID Sumbu Y dengan $K_{pu} = 20$ dan $P_u = 1.658s$	
Kp	12
Ti	0.83
Ki	14.55
Td	0.21
Kd	2.48

Tabel 3.5 Hasil Perhitungan Parameter PID Sumbu y



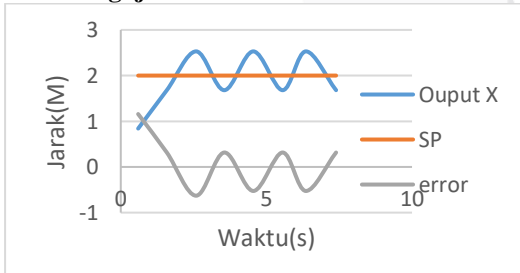
Grafik 3.5 Respons kontrol Pada Sumbu x Dengan PID



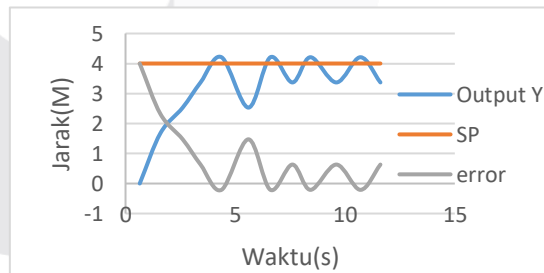
Grafik 3.6 Respons Kontrol Pada Sumbu Y dengan PID

Pada Grafik 3.5 dan 3.6 mendapatkan *error%* sumbu x = 21.15% dan sumbu y = 4.5%. *Error* pada sumbu y mengecil oleh karena itu sistem kontrol yang cocok digunakan untuk pengujian adalah kontrol PID

3..5 Pengujian Kontrol Pada Sumbu x

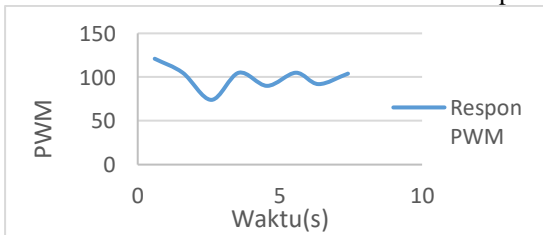


(a)

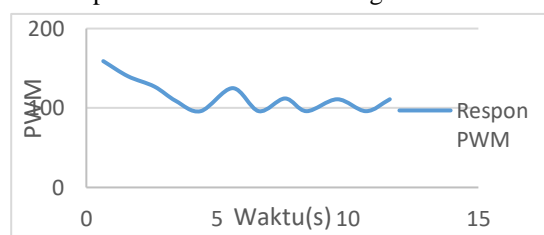


(b)

Grafik 3.7 Hasil Variasi Setpoint Pada Respon kontrol Sumbu X dengan PID



(a)



(b)

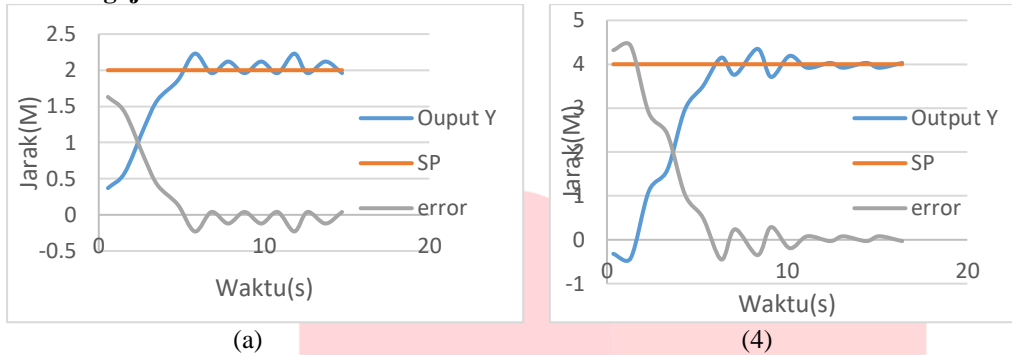
Grafik 3.8 Hasil Respon PWM pada Sumbu x

Pada pengujian sumbu x semakin besar jarak yang dituju maka nilai t_r dan t_s juga meningkat. Nilai *Overshoot* dan *error%* masih tinggi dikarenakan sensor kurang akurat seperti pada tabel berikut:

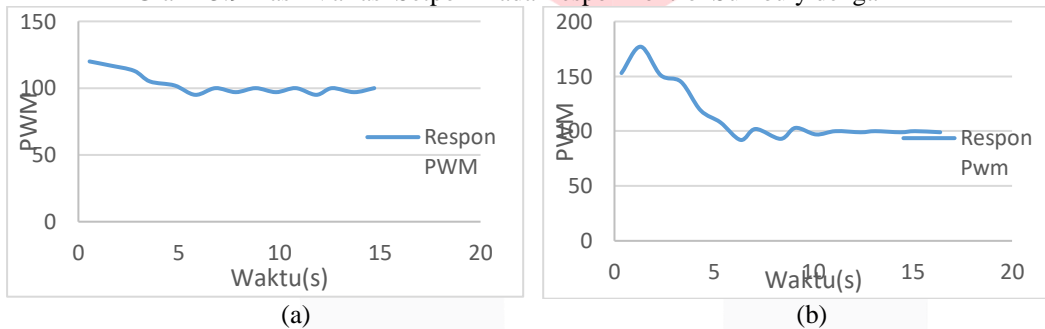
Data	Pengujian Respon Kontrol Sumbu x	
	2m	4m
Tr	1.57 s	3.41 s
Ts	3.55 s	7.61
Os%	26.25%	5.25%
Error%	21.15	10.15

Tabel 3.6 Respon Kontrol Pada Sumbu X

3.6 Pengujian Sumbu Y



Grafik 3.9 Hasil Variasi Setpoint Pada Respon kontrol Sumbu y dengan PID



Grafik 3.10 Hasil Respon PWM pada Sumbu y

Pada pengujian sumbu y semakin besar jarak yang dituju maka nilai tr dan ts juga meningkat. Nilai Overshoot dan error% juga menurun yang disebabkan sensor lebih akurat mendeteksi posisi pada sumbu y seperti berikut:

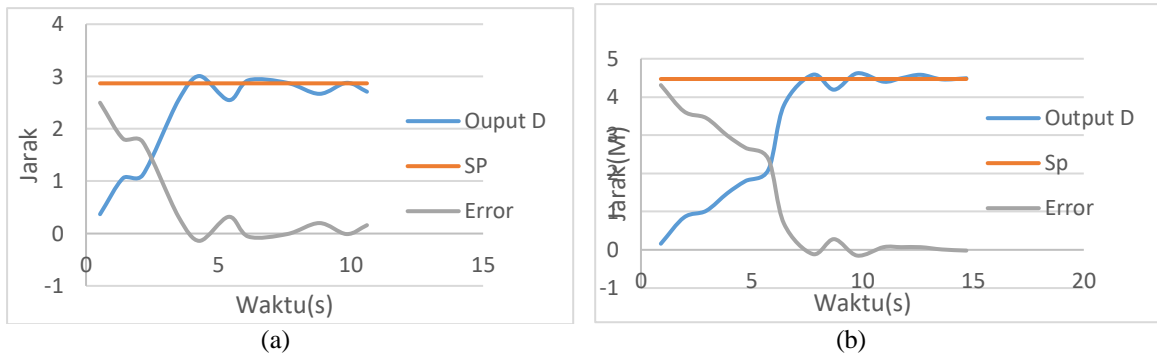
Data	Pengujian Respon Kontrol Sumbu Y	
	2m	4m
Tr	3.59 s	4.33 s
Ts	6.81 s	10.13 s
Os%	11.50%	8.75%
Error%	4.5%	1.37%

Tabel 3.7 Respon Kontrol Pada Sumbu Y

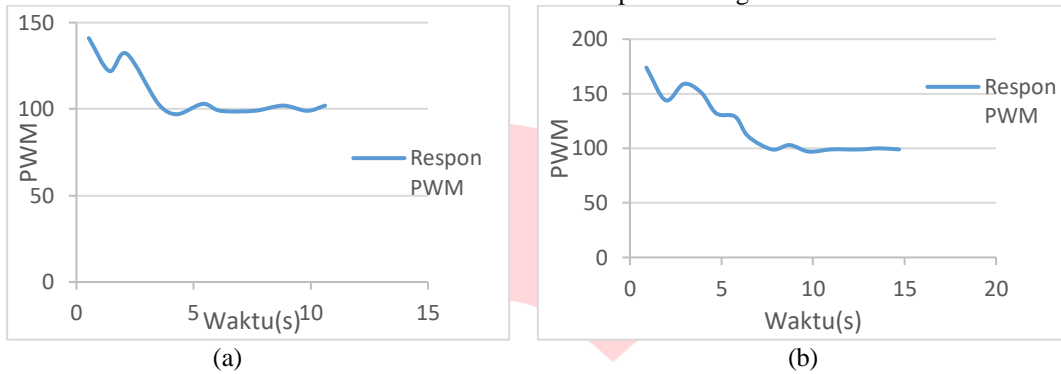
3.7 Pengujian Penyatuan Pada Sumbu x dan Sumbu y

Pada pengujian ini parameter kontrol yang di pake adalah PID pada sumbu y karena pada percobaan sebelumnya berhasil mendapatkan *error%* yang lebih kecil. Sensor kompas juga berperan aktif pada pengujian ini sebagai kontrol on- off dengan nilai toleransi sudut untuk robot bergerak menuju *setpoint* sebesar $\pm 2^\circ$ setelah sistem mendapatkan nilai sudut yang sudah ditetapkan, maka sistem akan bergerak menuju *setpoint*. *Setpoint* pada pada percobaan kali ini merupakan D yaitu jarak dari kedua sumbu dengan menggunakan persamaan sebagi berikut

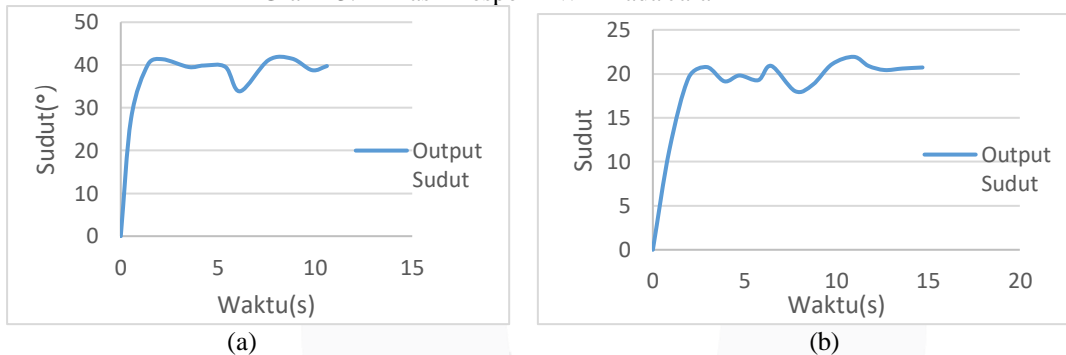
$$D = \sqrt{x^2 + y^2} \quad (3.1)$$



Grafik 3.11 Hasil Variasi Setpoint D dengan Kontrol PID



Grafik 3.12 Hasil Respon PWM Pada Jarak D



Grafik 3.13 Respon Sudut D

Pada pengujian penyatuan sumbu x dan sumbu y ini sangat efektif, karena sistem dapat menuju daerah sekitar *setpoint*. Kekurangan GPS mendeteksi posisi pada sumbu x setelah disatukan dengan sumbu y menjadi lebih akurat yang menyebabkan sistem juga mendapatkan nilai *error* yang lebih kecil dari percobaan sebelumnya. Peranan sensor kompas juga sangat membantu untuk mengarahkan sistem bergerak lurus menuju sumbu yang sudah disatukan. Dengan nilai *variable* respon kontrol sebagai berikut.

Data	Pengujian Respon Kontrol Sumbu Y	
		2.87m
Tr	2.71 s	5.75 s
Ts	6.41 s	10.95 s
Os%	4.87%	3.35%
Error%	3.22%	1%

Tabel 3.8 Respon Kontrol Pada Sumbu D

4. Kesimpulan

1. Sistem berhasil bergerak menuju posisi yang dituju.
2. Penggunaan PID sangat membantu sistem untuk bergerak menuju setpoint dan memperkecil error sistem
3. Kinerja sensor GPS untuk melacak posisi tujuan harus dijadikan satu dengan sumbu x dan sumbu y agar posisi yang dituju lebih akurat.
4. Kinerja sensor kompas untuk mencari arah tujuan sangat membantu sistem.

5. Referensi

- [1] Gasparik Marek, dan Solek Peter“ Design The Robot As Security System In The Home”,*Science Direct*, Volume 96 No (126-130) Slovakia 2014.
- [2] Ryosuke Takai, Oscar Barawid Jr, dan Noboru Noguchi “ Autonomus Navigation System of Crawler-Type Robot Tracktor” ,*IFAC Proceedings*, Volume 46 ,No 1(14165-14169),Japan 2011
- [3] Joko Setiady “ Aplikasi Gps RTK Untuk Pemetaan Bidang Tanah”, *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Bandung,2013.
- [4] Drive, Stewart, "GPS The First Global Satellite Navigation SystemTrimble Navigation Limited”, California 2012.
- [5] Kang Hou, Hanxu Sun, dan Qingxuan Jia“An Autonomous Positioning and Navigation System For Spherical Mobile Robot”,*Science Direct*, Volume 29 No (2556-2561) China 2012.
- [6] Ramon A. Gracia, Guilherme V. Raffo, Manuel G. Ortega dan Fransisco R. Rubio“ Guaranteed Quadrotor Position Estimation Based on GPS Refreshing Measurement ”, *Sciece Direct*, Volume 48 No (67-72) Brazil 2015
- [7] Chhabil Chaudhari, Suhail Jahagridar, Saif Bagwan dan UG Scholar “ Vehicle Theft Control System”, *IJESC*, Volume 6 No. India 2016
- [8] Tran Van Hoi, Nguyen Xuan Troung, dan Bach Gia Duong“Satellite Tracking Control System Using Fuzzy PID Controller” ,*VNU Journal of Science: Mathematics – Physics*, Vol. 31, No. 1 (36-46), 2015 .
- [9] Hastaman, Yulianto, dan, Eka " Rancang Bangun GPS Robot tracker Dan Penerapan Algoritma Proportional Integral Derivative Pada Sistem Gerak Robot Beroda",*STMIK GI MDP*,2014
- [10] Rangkain H-Bridge Mosfet. [Akses 3 Maret 2017 pukul 09.00].
- [11] Tian Wei, Lingxi Peng “ A Data Targeting Method Based on Trilateration Principle”, *International Conference on Image*, China 2017
- [12] Mahendra Budi, dan Raden Sumiharto “ Penerapan Sistem Kendali PID pada Antena Pendeteksi Koordinat Posisi UAV ”, Yogyakarta 2015
- [13] Ir.Ramses Y. Hutahaean,MT “ Teknik Kontrol Automatik” Yogyakarta 2015
- [14] Muhamad Rizky Wiguna “Sistem Kendali Holding Position Pada Quadcopter Berbasis Mikrokontroler Atmega 328p” Bandar Lampung 2013