

# PERANCANGAN SISTEM KENDALI GERAK PADA PROTOTYPE AGV DENGAN LINE FOLLOWER MENGGUNAKAN PD KONTROL

## CONTROL MOVEMENT SYSTEM DESIGN ON AGV PROTOTYPE WITH LINE FOLLOWER USING PD METHOD

Monauli Putri Pertama<sup>1</sup>, Ir. Porman Pangaribuan, M.T.<sup>2</sup>, Agung Surya Wibowo, S.T., M.T<sup>3</sup>

Prodi S1 Teknik Elektro, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

<sup>1</sup>[monauliputri@student.telkomuniversity.ac.id](mailto:monauliputri@student.telkomuniversity.ac.id), <sup>2</sup>[porman@telkomuniversity.ac.id](mailto:porman@telkomuniversity.ac.id),

<sup>3</sup>[agungsw@ittelkom.ac.id](mailto:agungsw@ittelkom.ac.id)

---

### Abstrak

AGV(Automated Guided Vehicle) merupakan sebuah kendaraan otomatis yang dirancang untuk dapat membawa atau memindahkan barang hasil produksi atau barang yang akan diproduksi.

Pada tugas akhir ini akan dirancang prototipe AGV yang akan membawa barang ke suatu tempat tujuan dengan mengikuti garis/line. Pergerakan AGV ini menyesuaikan dengan line yang dibaca oleh sensor photodiode, dan setelah itu data akan dikirimkan menggunakan modul bluetooth ke mikrokontroler. Data kemudian diolah di mikrokontroler dengan kendali PD. Kendali PD dipakai untuk mengurangi error yang akan dihasilkan ketika AGV bergerak mengikuti line. Keluaran dari kendali PD yang dipakai berupa PWM (Pulse Width Modulation) yang berfungsi untuk menggerakkan motor DC. Agar AGV berjalan tanpa adanya halangan maka diberikan sensor ultrasonik, sensor ultrasonik berfungsi untuk mendeteksi jarak antara AGV dengan objek lain yang ada di sekitar AGV

Berdasarkan hasil dari perancangan prototipe AGV yang dibuat, dibutuhkan konfigurasi nilai Kp 20 dan Kd 0.11 untuk menggerakkan AGV sehingga AGV berjalan pada nilai set point.

**Kata Kunci :** AGV, line follower, Kendali PD

---

### Abstract

AGV (Automated Guided Vehicle) is an automatic vehicle designed to be able to carry or move goods produced or goods to be produced.

In this final project, an AGV prototype will be designed which will bring the item to a destination by following the line. This AGV movement adjusts to the line read by the photodiode sensor, and after that the data will be sent using a bluetooth module to the microcontroller. Data is then processed in a microcontroller with PD control. PD control is used to reduce the error that will be generated when the AGV moves in line. The output of the PD control is in the form of PWM (Pulse Width Modulation) which functions to drive a DC motor. In order for AGV to run without any obstacles, an ultrasonic sensor is provided, the ultrasonic sensor serves to detect the distance between AGV and other objects around the AGV.

Based on the results of the design of the AGV prototype made, it takes a configuration of values Kp 20 and Kd 0.11 to move AGV so that AGV runs at the set point value.

**Keywords:** AGV, line follower, PD control

---

## 1. Pendahuluan

Pada bidang perindustrian manufaktur otomatisasi industri telah menjadi pokok utama sebuah perusahaan saat ini. Kegunaan otomatisasi pada bidang manufaktur dikarenakan meningkatnya permintaan produktivitas yang dilakukan di sebuah pabrik, selain itu juga untuk mengurangi adanya

kelalaian yang dilakukan oleh manusia (*human error*). Penanganan material secara manual masih banyak dipakai pada pabrik di Indonesia sehingga membutuhkan waktu yang lama dan biaya yang cukup besar.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, penulis merancang serta mengimplementasikan prototipe AGV yang dapat mengikuti garis atau AGV *line follower* dan dapat bergerak secara otomatis. AGV ini akan mengikuti *line* yang sudah dirancang. Pendeteksian ini menggunakan kamera yang dapat mengintai objek. Objek yang dideteksi akan diolah sehingga hasil dari pendeteksian akan dikirimkan ke mikrokontroler.

Pada penggunaan sistem kendali pergerakan robotnya menggunakan metode kontrol PD yang di mana setpoint nya itu berdasarkan hasil pembacaan sensor *line follower* pada AGV sehingga AGV akan selalu berjalan pada setpoint. Keluaran yang dihasilkan oleh PD akan berupa PWM (*Pulse Width Modulation*) yang akan digunakan sebagai masukan untuk aktuator (motor DC) yang akan dipakai sebagai penggerak AGV.

## 2. Dasar Teori

### 2.1 AGV (*Automated Guided Vehicle*)

AGV adalah sebuah kendaraan otomatis yang dirancang untuk dapat membawa atau memindahkan barang hasil produksi atau barang yang akan diproduksi, biasanya digunakan pada bidang industri manufaktur[1]. AGV yang dirancang akan menerima data input dari *image processing* melalui *bluetooth*. Setelah itu AGV akan memindahkan barang tersebut ke tempat tujuan sesuai dengan bentuk barang tersebut. AGV akan berjalan sesuai dengan jalur garis (*line follower*) yang sudah dibuat.

### 2.2 Line Follower AGV (*Automated Guided Vehicle*)

*Line follower* AGV merupakan suatu jenis AGV yang di desain untuk bekerja atau bergerak secara otomatis dan juga dapat mendeteksi jalur dan bergerak mengikuti panduan jalur garis. Garis yang dipakai pada *line follower* AGV merupakan garis berwarna hitam yang nantinya akan disimpan di permukaan yang berwarna cerah[2].

### 2.3 Sensor Proximity

Sensor proximity merupakan sensor jarak yang mampu mendeteksi keberadaan objek yang ada di sekitarnya. Sensor ini akan mengubah data keberadaan objek menjadi sinyal listrik. Sensor proximity menggunakan medan elektro magnetik ataupun sinar radiasi untuk mengetahui adanya objek yang berada di depan sensor.

### 2.4 Sensor Ultrasonik

Untuk menjaga jarak antara AGV dan benda yang berada di sekitarnya maka dibutuhkan sebuah sensor yang dapat mengetahui jarak agar tidak terjadi tabrakan. Sensor ultrasonik merupakan sensor untuk mengubah suatu besaran fisis menjadi suatu besaran listrik. Sensor ini memanfaatkan prinsip gelombang ultrasonik yang memiliki frekuensi di atas gelombang suara mulai dari 40KHz hingga 400KHz.

### 2.5 Arduino Mega

Agar dapat mengolah data yang dihasilkan pada sensor yang digunakan, maka harus ada sebuah mikrokontroler yang dapat mengolah data tersebut untuk menggerakkan aktuator. Mikrokontroler merupakan sebuah sistem komputer dalam sebuah chip yang mempunyai masukan dan keluaran serta kontrol dengan program yang dapat ditulis ataupun dihapus dengan cara khusus.

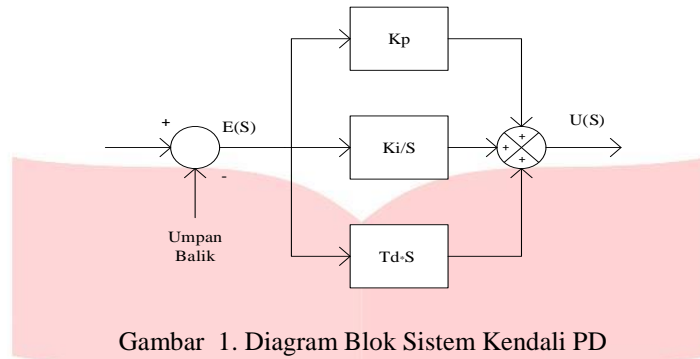
### 2.6 Motor DC PG 45

Motor DC merupakan sebuah aktuator yang biasanya dipakai pada sebuah robot yang menggunakan roda. Motor DC adalah suatu alat untuk mengubah energi listrik menjadi energi mekanik berupa suatu putaran[3]. Motor DC dapat menghasilkan putaran per menit atau juga dapat disebut dengan RPM (*Revolutions Per Minute*). Cara kerja dari motor DC yaitu jika terdapat arus listrik, maka kumparan utara akan bergerak ke selatan dan begitu pula sebaliknya sehingga menghasilkan sebuah putaran.

**2.7 Persamaan PD**

Kontrol PD dapat diartikan sebagai kontrol hasil penggabungan antara kontrol proporsional, dan kontrol derivative. Pada setiap jenis kontrol memiliki kelebihan dan kekurangan masing-masing, dan setiap jenis kendali dapat saling melengkapi dengan cara menggabungkan ketiga jenis kontrol.

Diagram blok :



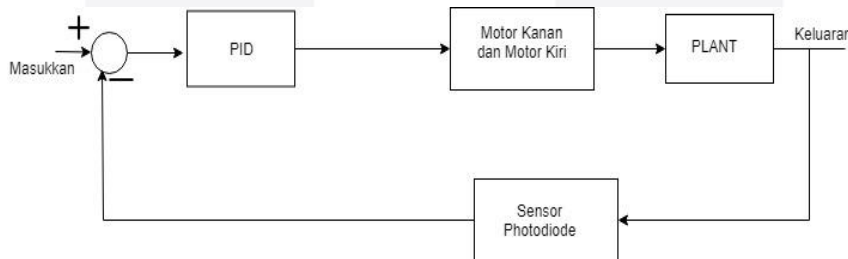
Gambar 1. Diagram Blok Sistem Kendali PD

$$U(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(t)dt + K_d \frac{de(t)}{dt} \dots\dots\dots(II-4)$$

Untuk dapat merancang sebuah sistem kendali PD yang di inginkan, dapat dilakukan dengan metoda *trial & error*[4].

**3. Perancangan Sistem**

**3.1 Desain Sistem**

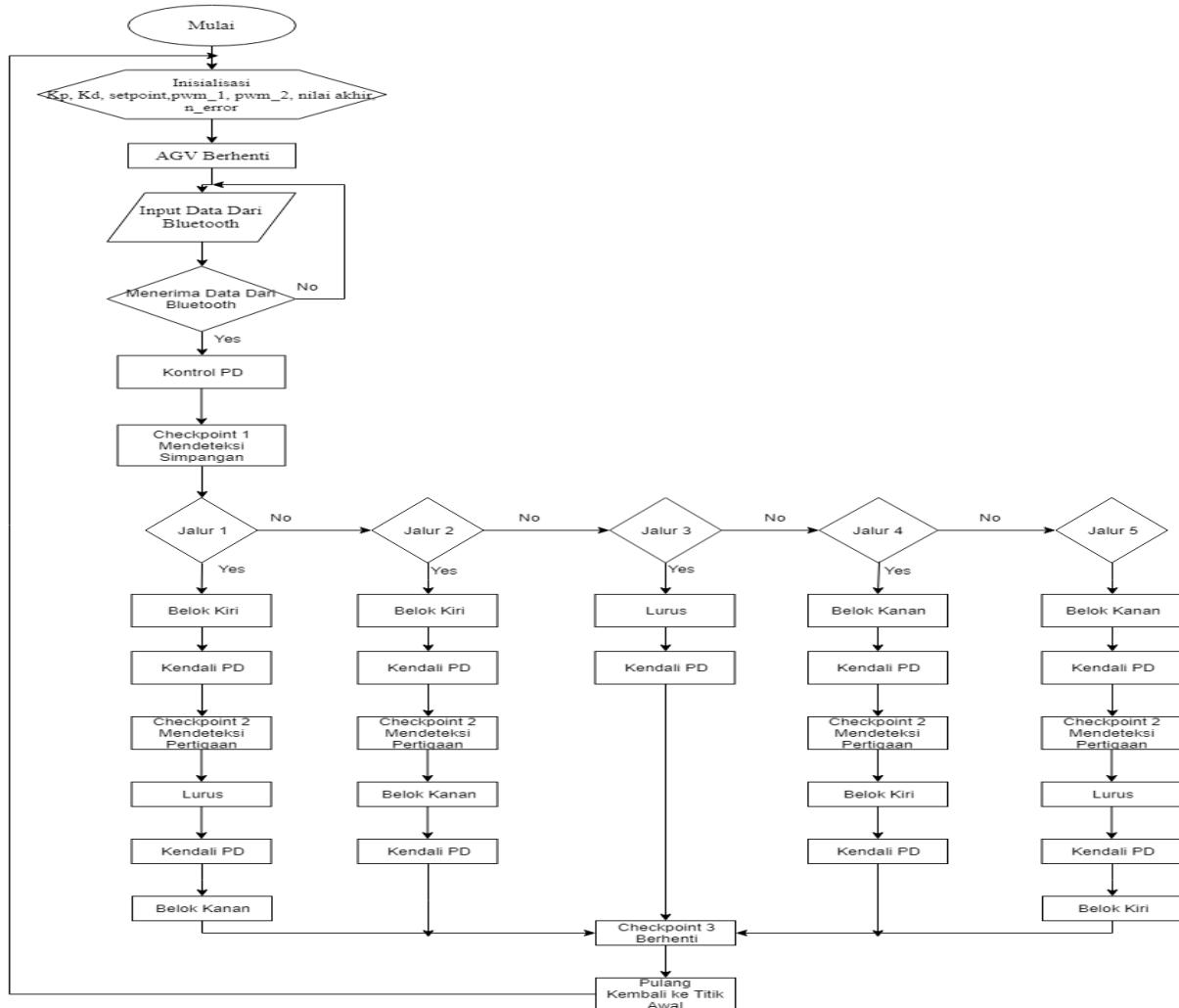


Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Keterangan:  
 Masukkan = Nilai Setpoint  
 Keluaran = PWM

Diagram blok pada Gambar 2 ini akan menjelaskan sistem yang ada pada AGV. Sensor *photodiode* akan membaca bidang hitam dan nanti akan memberikan nilai *input* berupa setpoint yang akan dikirimkan ke mikrokontroler. Setelah itu data tersebut akan diproses di mikrokontroler menggunakan kontrol PD yang fungsinya untuk mengurangi nilai *error* yang akan dihasilkan pada AGV saat berjalan melewati *line*. Keluaran yang diberikan dari proses tersebut akan menghasilkan PWM yang nantinya akan digunakan untuk menggerakkan motor DC kanan dan kiri.

### 3.2 Desain Perangkat Lunak AGV



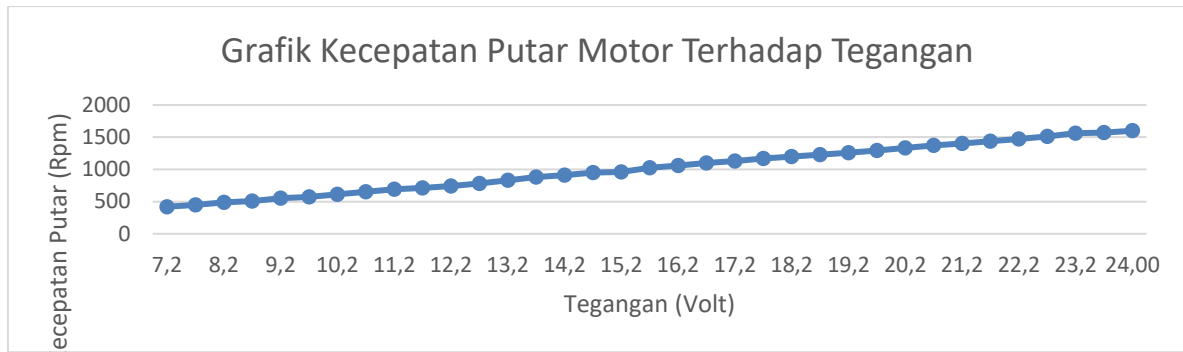
Gambar 3. Flowchart Kerja Sistem AGV

Pada Gambar 3 dijelaskan tentang flowchart sistem yang akan dijalankan. Menginisialisasi seluruh karakter yang akan digunakan dalam sistem. Setelah itu menentukan set point yang digunakan sebagai titik acuan, dalam sistem ini set point ini bernilai 4,5 yang berarti AGV akan berjalan tepat pada garis lurus. Kemudian mendapatkan nilai sensor dari pembacaan garis jika AGV tidak berjalan sesuai pada garis. Setelah mendapatkan nilai *error* maka akan masuk ke PD untuk mendapatkan nilai P dan D agar sistem berjalan dengan efektif dan tidak beresilasi. Setelah mendapatkan nilai PD kemudian PWM akan diatur otomatis oleh PD. Data yang diproses oleh PD adalah nilai *error* yang dihasilkan oleh sistem. Kemudian nilai yang diperoleh oleh PD yang menghasilkan PWM total akan digunakan sebagai masukan dari driver motor untuk menggerakkan motor DC. Motor DC kemudian akan bergerak sesuai dengan perintah dari sistem. Gerakan yang dihasilkan oleh motor DC akan mempengaruhi posisi dari AGV ketika bergerak.

## 4. Pengujian Sistem

### 4.1 Pengaruh tegangan pada Rpm (*Rotation Per Minute*)

Power supply akan memberikan tegangan dari 7,2 Volt hingga 24,0 Volt dan Rpm yang dihasilkan oleh motor DC akan dihitung oleh tachometer.



Gambar 4. Grafik Pengujian Motor DC

Pada hasil pengujian motor DC pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa semakin besar tegangan yang masuk maka kecepatan putar motor DC akan semakin cepat, sehingga tegangan yang masuk perlu diperhitungkan agar Rpm yang dihasilkan tidak diluar batas kemampuan motor DC. Pada pengujian motor DC ini sudah menggunakan beban sehingga Rpm yang dihasilkan tidak maksimal sesuai dengan spesifikasi motor DC yaitu 3000 Rpm.

#### 4.2 Pengujian Sensor Line Follower

Pengujian sensor line follower ini bertujuan untuk kalibrasi nilai analog pada sensor. Pada pengujian sensor *line follower*, sensor photodiode sejumlah 8 buah dihubungkan pada mikrokontroler Arduino Mega 2560 yang sudah di program untuk membaca sensor dan keluaran yang dihasilkan akan ditampilkan pada aplikasi arduino pada *serial monitor*.

Tabel 1. Nilai Analog Pada Bidang Putih

Sensor	Nilai Analog Pada Bidang Putih									
A8	65	71	72	65	65	74	65	72	71	65
A9	77	67	76	67	74	74	67	74	74	67
A10	52	58	52	58	52	52	60	51	59	52
A11	69	62	70	63	62	71	63	69	63	70
A12	72	65	72	72	65	74	65	72	68	65
A13	70	62	62	62	71	68	70	69	68	62
A14	74	74	81	73	74	80	74	74	81	80
A15	71	73	65	65	72	65	64	71	64	71

Tabel 2. Nilai Analog Pada Bidang Hitam

Sensor	Nilai Analog Pada Bidang Hitam									
A8	628	619	630	634	624	625	638	629	626	635
A9	654	655	652	651	676	676	670	684	664	662
A10	468	497	485	473	486	484	469	469	481	470
A11	510	505	521	520	511	524	512	514	528	517
A12	524	510	525	523	512	524	528	514	514	527
A13	508	510	526	515	516	527	518	518	529	524
A14	609	607	598	600	609	607	607	602	600	592
A15	627	629	618	630	628	621	630	634	623	625

Dari Tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa ada rata-rata pembacaan sensor garis pada bidang dengan warna hitam adalah 455,64 , dan pada bidang warna putih adalah 54,09. Hasil nilai analog sensor *proximity* pada bidang

hitam dan putih akan mempengaruhi pembacaan garis pada saat AGV berjalan. Jika pada pembacaan sensor analog nilai pada bidang hitam tidak di atas 300 maka sensor tidak akan pernah membaca nilai hitam melainkan nilai putih, sehingga dibutuhkan kalibrasi sensor *proximity* sebelum digunakan pada sistem untuk mengetahui batasan nilai analog pada bidang hitam maupun putih

### 4.3 Pengujian Data Yang Diterima Dan Dikirim

Pada pengujian modul *bluetooth* menggunakan aplikasi roboremo. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui data yang diterima dan data yang dikirimkan melalui *bluetooth* ke mikrokontroler untuk dapat di proses.

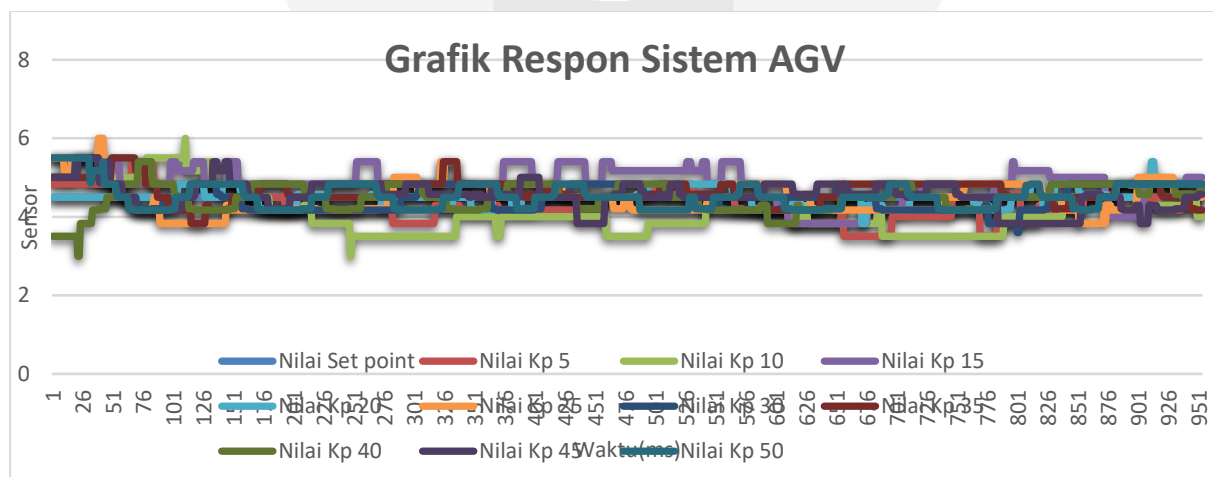
Tabel 3. Pengujian Modul Bluetooth Dalam Pengiriman Data

Percobaan Ke -	Data Dikirim	Data Diterima	Status Keberhasilan
1	1	1	Berhasil
2	2	2	Berhasil
3	3	3	Berhasil
4	4	4	Berhasil
5	5	5	Berhasil
6	4	4	Berhasil
7	1	1	Berhasil
8	2	2	Berhasil
9	3	3	Berhasil
10	5	5	Berhasil

Berdasarkan Tabel 3 telah dilakukan 20 percobaan dengan hasil pengujian yang memiliki keakurasian hingga 100% dalam pengiriman data. Dan pada Gambar IV.1 dapat dilihat di serial monitor bahwa data yang dikirimkan dapat diterima dengan baik oleh *bluetooth* sesuai dengan angka yang diberikan, data yang dikirimkan tidak ada yang delay dan diterima oleh *bluetooth*. Data yang dikirimkan dan diterima oleh *bluetooth* berupa angka 1 sampai 5 dan memiliki perintah yang berbeda-beda. Jarak komunikasi *Bluetooth* dan arduino yang dirancang pada AGV yaitu 80 cm.

### 4.4 Pengujian Nilai Kp dan Kd Terhadap Respon Sistem

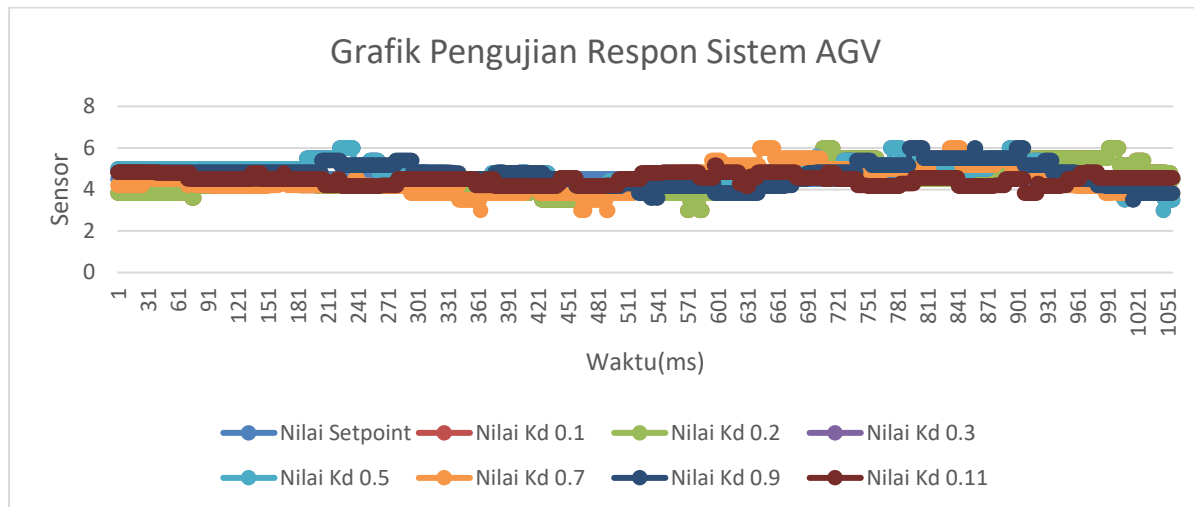
Pada pengujian nilai Kp AGV akan dinyalakan dan dibiarkan berjalan mengikuti garis hingga mencapai tujuan. Nilai Kp dilihat melalui gerakan AGV saat berjalan apakah sesuai dengan nilai setpoint atau tidak.



Gambar 5. Grafik Perbandingan Nilai Sensor dan Nilai Kp

Pada Gambar IV.3 di atas merupakan grafik respon sistem dengan nilai Kp 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, dan 50. Dari hasil pengujian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa sistem dapat mengalami osilasi namun sistem berjalan hampir mendekati setpoint 4.5 sehingga bisa dikatakan respon sistem menuju nilai setpoint ketika nilai

Kp optimal. Osilasi yang dihasilkan bisa terjadi ketika AGV akan berbelok karena pada saat itu nilai sensor tidak akan membaca setpoint, bisa terjadi karena sensor membaca terlalu ke kiri atau ketika sensor membaca nilai 1 hingga 3 dan bisa juga sensor membaca terlalu ke kanan atau ketika sensor membaca 6 hingga 8.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Nilai Sensor dan Nilai Kd

Dari berbagai hasil pengujian yang telah dilakukan pada Gambar 6 dengan mengubah-ubah nilai Kd 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 0.7, 0.9, dan 0.11, maka didapatkan nilai Kd 0.11 yang dapat menjaga kestabilan sistem untuk dapat berjalan pada set point yang bernilai 4.5 atau ketika *line* terbaca oleh sensor 4 dan 5. Berdasarkan hasil nilai Kd 0.11 sistem berjalan pada setpoint dan osilasi yang dihasilkan sedikit begitu juga dengan respon sistem yang dihasilkan mencapai optimal.

## 5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari pengujian dan analisis yang sudah dibuat, maka didapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sensor proximity dapat membaca garis hingga tingkat keakuratan sensor 100% karena dapat membedakan bidang hitam dan bidang putih sesuai dengan nilai analog yang sudah di kalibrasi.
2. Sistem posisi pada AGV dapat bergerak menuju nilai setpoint walaupun sensor tidak mendeteksi jalan pada saat keadaan awal di set point namun akan kembali mencari set point karena adanya pengaruh nilai Kp 20 dan Kd 0.11 begitu juga ketika AGV membawa beban.
3. AGV dapat mencapai titik tujuan ketika diberikan input data hasil image processing hingga 86,67%. Pada tujuan 1 kecepatan rata-rata yang dibutuhkan yaitu 6,38(m/s), pada tujuan 2 kecepatan rata-rata yang dibutuhkan yaitu 6,29(m/s), pada tujuan 3 kecepatan rata-rata yang dibutuhkan yaitu 6,39(m/s), pada tujuan 4 kecepatan rata-rata yang dibutuhkan yaitu 6,25(m/s), dan pada tujuan 5 kecepatan rata-rata yang dibutuhkan yaitu 6.37(m/s).
4. Keakuratan AGV dalam menerima dan mengirimkan data dari hasil *image processing* melalui *bluetooth* hingga 100% tanpa ada delay.
5. AGV akan berhenti jika ada benda yang menghalangi dan memiliki keakuratan hingga 100%, namun jika dibandingkan dengan jarak sebenarnya berbeda karena memiliki *error* hingga 0.027%.

## Daftar Pustaka

- [1] K. Bijanrostami, "Design and Development of an Automated Guided Vehicle for Educational Purposes," no. September, 2011.
- [2] N. T. Jayanti, A. Rusdinar, D. Ph, and A. S. Wibowo, "PERANCANGAN SISTEM PENGONTROLAN PERGERAKAN AUTOMATED GUIDED VEHICLE ( AGV ) UNTUK MENARIK TROLI MENGGUNAKAN SENSOR LIDAR DESIGN OF AUTOMATED GUIDED VEHICLE ( AGV ) MOVEMENT CONTROL SYSTEM FOR PULLING TROLLEY USING LIDAR SENSOR," vol. 4, no. 2, pp. 1596–1603, 2017.

- [3] H. A. Rahardjo, I. P. Pangaribuan, and A. S. Wibowo, "IMPLEMENTASI KONTROLER PID PADA SISTEM KONTROL KECEPATAN PUTAR MOTOR DC UNTUK MOBIL ANAK BERBASIS ANDROID PID
- [4] S. Sondhia, S. S. Hegde, S. Chakole, and V. Vora, "DEVELOPMENT OF SELF BALANCING ROBOT WITH PID CONTROL," vol. 7, no. 1, pp. 1–6, 2017.

