



IMPLEMENTASI KONTROL PI PADA MOTOR DC SEBAGAI PENGGERAK BELT KONVEYOR DALAM PROSES PEMILAHAN BENDA LOGAM DAN NON LOGAM

Muhammad Diza Al Hafizh¹, Herwandi², Sungkono³,
e-mail: muhammaddizaalhafizh@gmail.com, herwandi@polinema.ac.id,
sungkono@polinema.ac.id

^{1,2,3}Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Malang, Jalan Soekarno Hatta No.9 Malang, Indonesia

ABSTRAK

Dalam penyortiran benda logam dan non logam biasanya masih dilakukan secara manual. Dengan ditemukan beberapa teknologi maka penggunaan motor listrik menjadi salah satu jawaban dari permasalahan tersebut, selain untuk menggerakkan sebuah mesin yang membutuhkan kestabilan kecepatan juga dapat membantu pekerjaan manusia dan digunakan sebagai media pembelajaran bagi para pelajar. Dari permasalahan tersebut, CV. Usaha Abadi Teknik memiliki ide membuat suatu alat penyortir benda logam dan Non logam dengan otomatis dan dibuat secara miniplant sebagai pembelajaran bagi siswa magang di CV. Usaha Abadi Teknik agar bisa lebih mengenal teknologi tersebut dan bisa sebagai media untuk pengembangan minat terhadap teknologi kepada siswa magang. Alat ini tersusun dari motor DC sebagai penggerak belt konveyor dan magnet neodinium sebagai alat penyortir. Dengan adanya sistem ini diharapkan dapat mempermudah dalam hal penyortiran benda logam dan Non logam serta dapat digunakan untuk pengenalan tentang teknologi dan sebagai pembelajaran. Untuk mencapai nilai set point berupa RPM yang diinginkan diperlukan adanya kontrol, penelitian ini mengaplikasikan sistem kendali PI (Propositional integral controller) untuk mengontrol kecepatan motor DC, dimana parameter di setting menggunakan metode zieger Nichols yang mendapatkan nilai $K_p= 0,495$ dan $K_i=0,25$. Menghasilkan respon sistem dengan nilai 7.25 % settling time, maximum overshoot 1.33 % dan Error steady state 0.06 %.

Kata kunci:

Penyortiran Logam Non Logam, Motor DC, Kontrol PI

ABSTRACT

Sorting metal and non-metal objects is usually still done manually. With the discovery of several technologies, the use of electric motors is one answer to this problem. Apart from moving a machine that requires speed stability, it can also help human work and be used as a learning medium for students. From these problems, CV. Usaha Abadi Teknik had the idea

Article History

Received: Agustus 2024

Reviewed: Agustus 2024

Published: Agustus 2024

Plagiarism Checker No 234

Prefix DOI : Prefix DOI :

10.8734/Koehesi.v1i2.365

Copyright : Author

Publish by : Koehesi



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)



of making a tool for sorting metal and non-metal objects automatically and made in a miniplant as a lesson for intern students at CV. Abadi Teknik's efforts to become more familiar with this technology and can be used as a medium for developing interest in technology among intern students. This tool is composed of a DC motor as a conveyor belt drive and a neodymium magnet as a sorting tool. With this system, it is hoped that it will make it easier to sort metal and non-metal objects and can be used to introduce technology and for learning. To achieve the desired set point value in the form of RPM, control is required. This research applies a PI (Proportional Integral Controller) control system to control the speed of a DC motor, where the parameters are set using the Ziegler Nichols method which obtains a value of $K_p = 0.495$ and $K_i = 0.25$. Produces a system response with a value of 7.25% settling time, maximum overshoot of 1.33% [1] and steady state error of 0.06%.

Keywords:

Metal and Non Metal Sorting, DC Motor PI Control

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang pesat menuntut adanya inovasi dalam industri, terutama dalam penyortiran bahan logam dan non-logam. Saat ini, masih banyak penyortiran yang dilakukan secara manual, terutama di skala UMKM seperti pengusaha pengepul sampah logam. Oleh karena itu, sebuah terobosan dibutuhkan dalam bentuk mini plant sebagai pembelajaran bagi siswa magang di CV. U [2]. Berdasarkan permasalahan yang telah dijelaskan maka diperlukan sebuah inovasi, dengan sebuah alat pemisah logam yang didalamnya terdiri dari magnet neodymium sebagai alat penyortir [3]. Kontrol Proporsional Integral merupakan kombinasi karakteristik dari kontrol Proporsional dan kontrol Integral [4]. Peneliti mengembangkan metode kontrol PI untuk mengatur kecepatan motor DC sebagai penggerak konveyor. Kontroler PI telah terbukti efektif dalam mengurangi nilai error steady state pada respon sistem. Nilai presentase *error steady state* pada respon sistem riil tanpa kontroler PI adalah sebesar 49,63 % dan nilai presentase *error steady state* pada respon sistem riil menggunakan kontroler PI adalah 2,667 % [5].

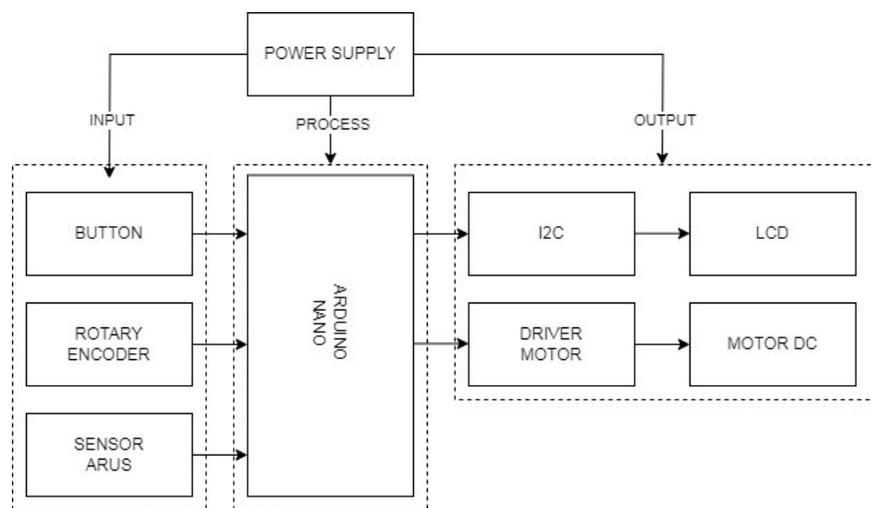
Penelitian terdahulu telah mengeksplorasi berbagai aspek penggunaan motor DC dalam berbagai aplikasi, seperti pengendalian kecepatan menggunakan kontroler PI dan metode PID . Muhardian, Reza dan Krismandinata mengembangkan kendali motor DC yang dikendalikan menggunakan metode PID dan Antarmuka Visual Basic. Hasilnya menunjukkan bahwa kontrol PID meningkatkan kinerja system, mempercepat perubahan sinyal *input (set point)* serta memperkecil sinyal *error* [1]. Shafira Isnaini Lubis merancang konveyor untuk memisahkan limbah logam dan Plastik Otomatis Berbasis Arduino Uno[2]. Mereka menyimpulkan penggunaan konveyor dapat memudahkan dalam pemindahan material limbah secara mudah dari satu tempat ketempat yang lain dengan berapapun jumlahnya. Budiarti merancang kontroler PI untuk mengendalikan kecepatan motor DC pada mini konveyor. Penggunaan kontroler PI berhasil mengurangi error steady state pada respon sistem, meningkatkan kinerja sistem secara keseluruhan. Rumusan masalah penelitian meliputi cara mengatur kecepatan

motor DC, perbandingan performa konveyor dengan dan tanpa kontrol PI, serta penentuan parameter K_p dan K_i untuk mencapai kestabilan sistem. Batasan masalah meliputi ukuran benda yang disortir, pembuatan alat secara miniature, dan bahan dasar benda yang disortir. Tujuan penelitian adalah melakukan pengaturan RPM motor DC dengan kontrol PI, membandingkan performa sistem konveyor, dan melakukan penyetelan parameter K_p dan K_i untuk mencapai kestabilan sistem.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Diagram blok sistem

Dalam perencanaan pembuatan alat diperlukan diagram blok sistem dan diagram blok kontrol agar dapat mengetahui dan memahami prinsip kerja rangkaian secara keseluruhan.



Gambar 1 : Diagram blok sistem

Berikut adalah penjelasan dari diagram blok diatas :

Input :

- Button Penggunaan push button untuk tombol penambahan RPM/kecepatan motor.
- Rotary Encoder. Sensor ini digunakan untuk pembacaan putaran motor DC.
- Sensor Arus Sensor ini diguynakan untuk pembacaan arus yang mengalir ke motor DC.

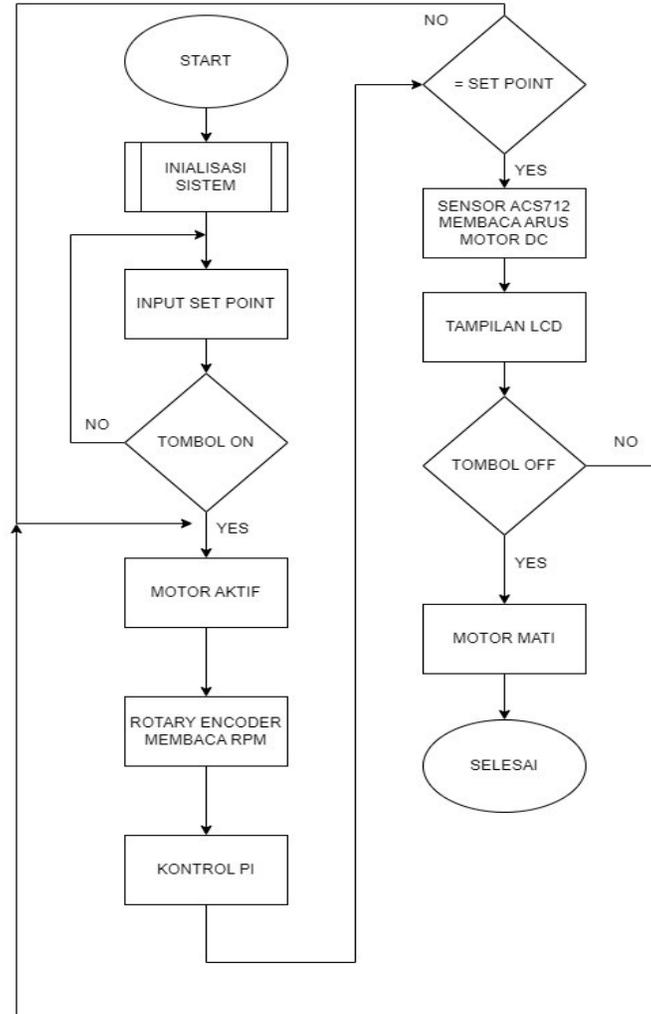
1. Proses:

Pada pemroses menggunakan mikrokontroller Arduino nano sebagai kontroler, dengan memproses pembacaan output dari beberapa komponen : button, rotary Encoder dan sensor arus ACS712. Setelah itu digunakan untuk memberikan sinyal PWM kepada driver motor DC sebagai inputan dan memberikan sinyal pulsa terhadap motor DC.

2. Output :

- Motor DC Aktuator ini berfungsi untuk menggerakkan belt konveyor agar benda dapat terdorong ketempat penrsortiran.
- LCD Berfungsi sebagai penampil data hasil pembacaan kecepatan motor DC.

2.2 Flowchart sistem



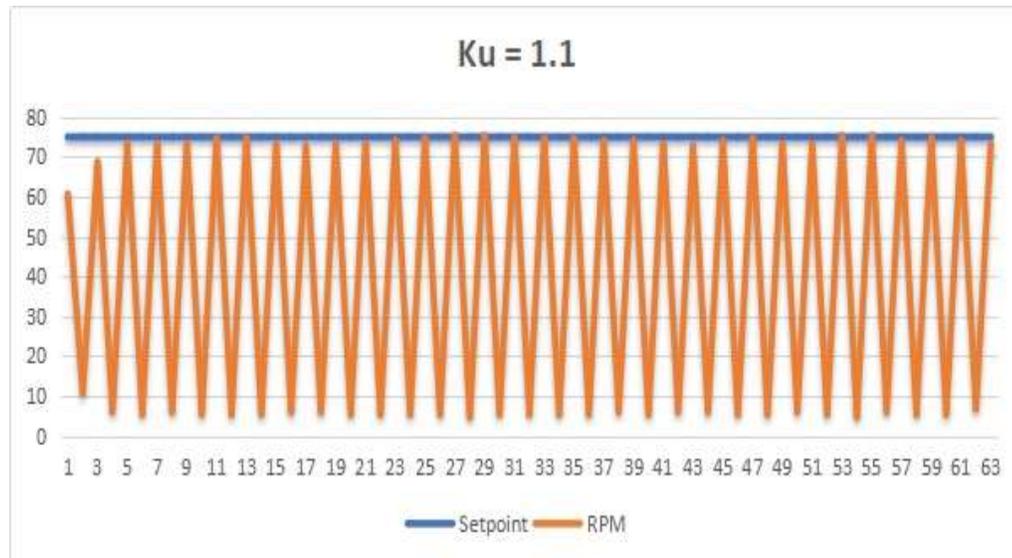
Gambar 2 : Flowchart sistem

Di atas merupakan gambar flowchart dari sistem yang akan dibuat. Flowchart merupakan sebuah gambaran alur dalam proses pengerjaan atau proses. Yang digambar menggunakan bagan atau simbol supaya informasi yang disampaikan dapat dengan mudah dipahami.

1. Start, memulai dengan sistem yang sudah berjalan dan komponen yang sudah terpasang.
2. Inisialisasi sistem, berupa push button, rotary Encoder, sensor arus acs712 sebagai input, arduino nano sebagai alat pemroses dan motor DC, LCD sebagai output.
3. Dua tombol untuk mengatur set point, ketika tombol On di tekan maka motor akan berjalan, Saat motor DC bergerak maka rotary encoder akan membaca kecepatan motor DC, lalu menjadikan input kontrol PI.
4. Kontrol PI menghasilkan nilai PWM yang digunakan untuk mengatur kecepatan motor.
5. Jika sudah sesuai dengan set point, sensor arus akan membaca arus motor DC dan menampilkan pada LCD, jika tidak sesuai set point maka motor akan tetap aktif dan algoritma kontrol PI tetap berjalan.

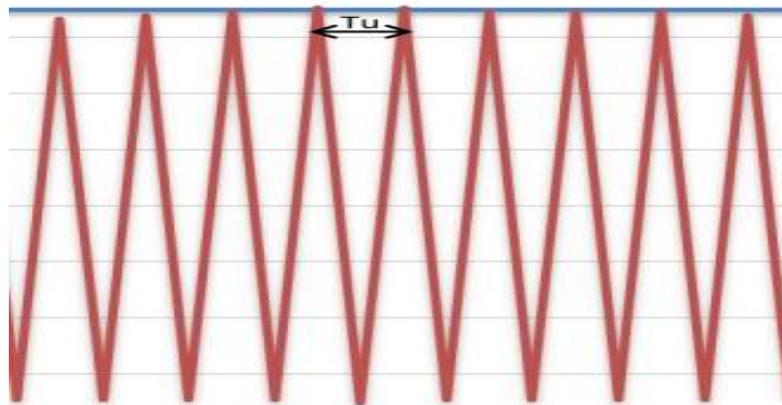
6. Jika tombol off ditekan maka motor berhenti, Apabila tombol off tidak ditekan maka motor akan tetap aktif.

2.3 Perancangan perhitungan nilai PI



Gambar 3 : Grafik gelombang Ku

Pada metode ini terdapat tabel rumus perhitungan untuk mendapatkan nilai Kp dan Ki pertama melakukan tuning untuk mencari nilai Ku, dan mendapatkan hasil osilasi yang stabil . di dapat nilai Ku = 1 Setelah itu di dapat hasil dari grafik respon sistem osilasi adalah nilai Tu dari gelombang yang paling stabil. Menunjukkan pengambilan data setiap 250ms maka Tu,



Gambar 4 : Gelombang Tu

$$Tu = 250\text{ms} \times 2 = 500\text{ms}$$

Setelah mendapatkan nilai Tu, kemudian nilai Kp dan Ki dapat di ketahui melalui metode *Ziegler Nichols* Osilasi

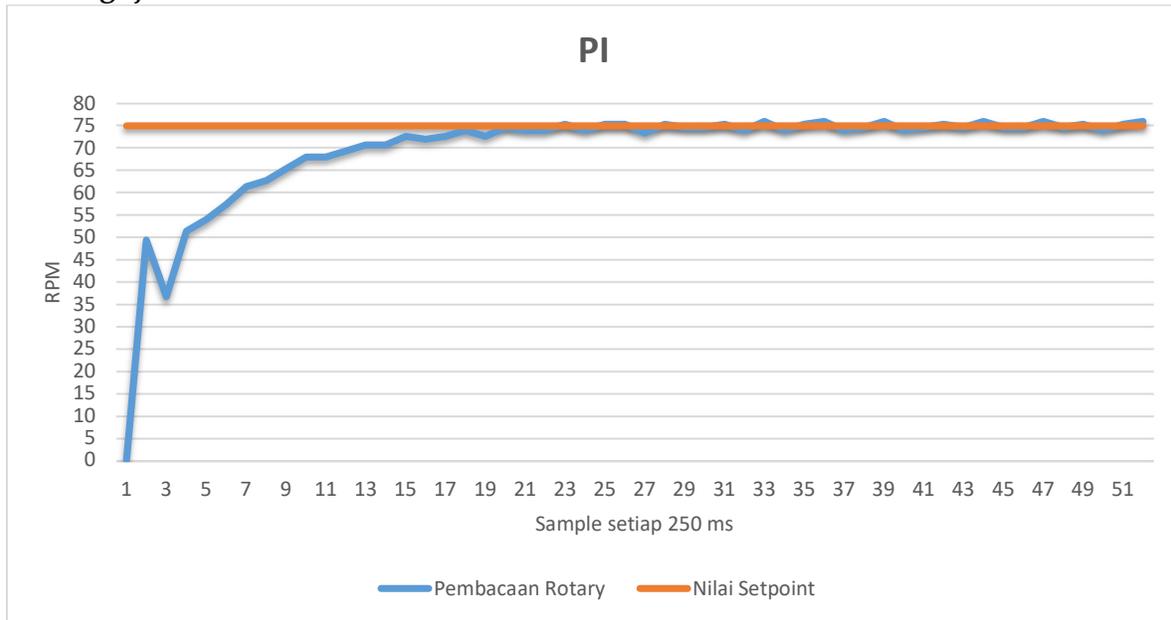
$$Kp = 0,45 \times Ku = 0,45 \times 1,1 = 0,495$$

$$Ki = 0,5 \times Tu = 0,5 \times 0,5 = 0,25$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



3.1 Pengujian Sistem Kontrol

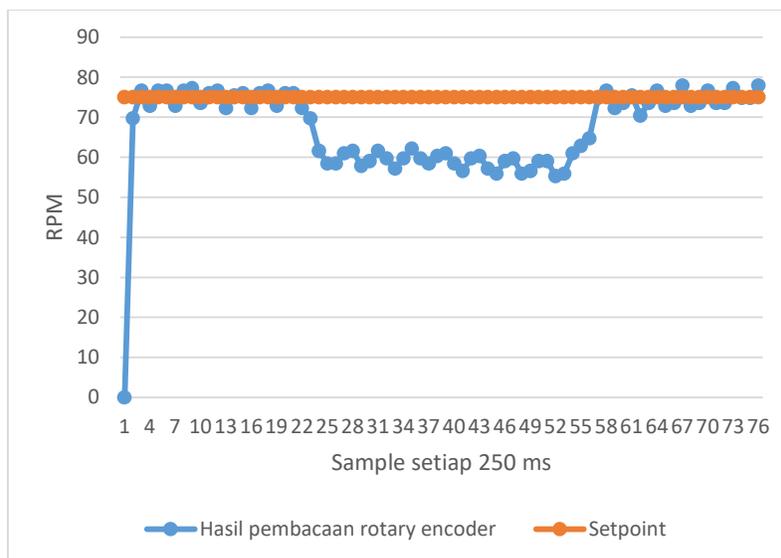


Gambar 5 : Grafik pengujian sistem kontrol

Dari analisa hasil perancangan PI, menunjukkan dengan menggunakan nilai $K_p = 0.495$, $K_i = 0.25$ yang mana dengan set point 75 nilai maximum peak (M_p) sebesar : 76 RPM, Overshoot(O_v) : 1 RPM, Presentase overshoot(P_O) : 1.33 %, Rise time(R_t) : 5 detik, Peak time(P_t) : 5,75 detik, Settling time(S_t) : 7,25 detik dan steady state berupa : 0.26 %. Dapat ditarik garis kesimpulan bahwa sistem sudah mencapai setpoint dengan baik dan nilai respon sistem yang diinginkan.

4.1 Hasil Pengujian Objek

4.1.1 Pengujian respon sistem dengan beban

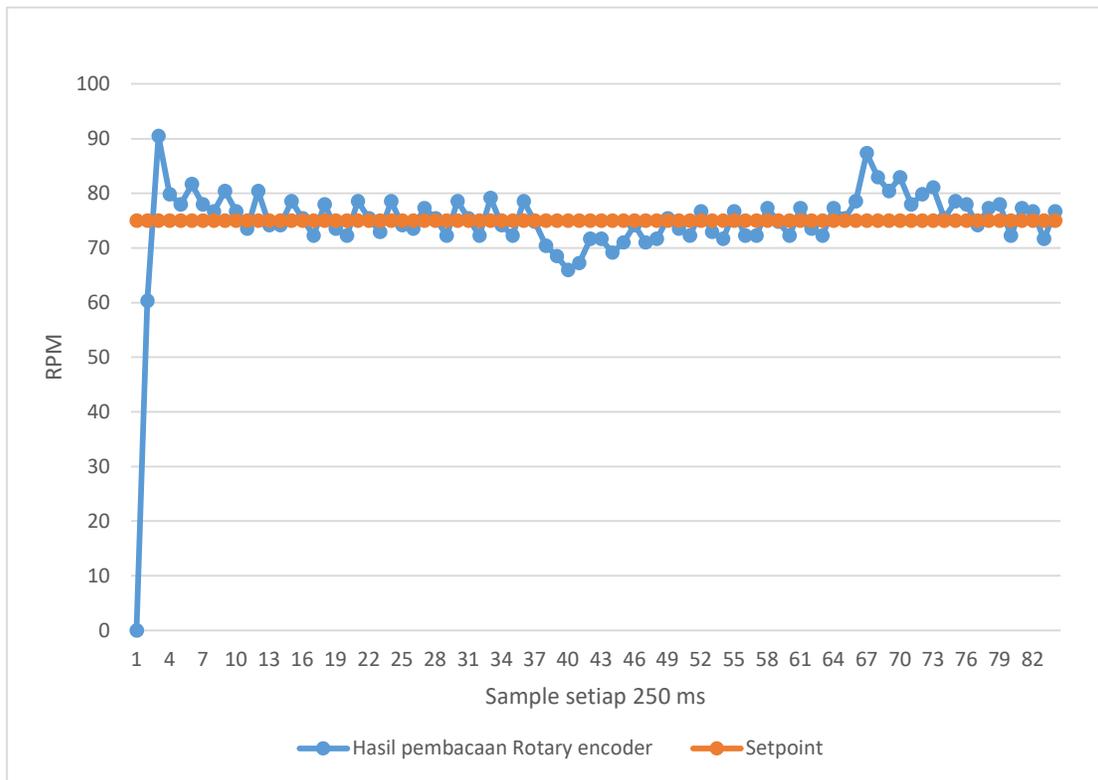


Gambar 6 : Grafik Pengujian Sistem Open Loop

Tabel 1 : Hasil pengujian sistem open loop



Maximum Peak (Mp)	77.91 RPM
Overshoot (Ov)	2.91 RPM
Presentase overshoot (PO)	3,88 %
Rise Time (Rt)	0.5 detik
Peak Time (Pt)	0.75 detik
Settling Time (St)	1.25 detik
Error Steady State	9.58 %



Gambar 7 : Grafik Pengujian Sistem Close Loop

Tabel 2 : Hasil pengujian sistem close loop

Maximum Peak (Mp)	90.47 RPM
Overshoot (Ov)	15.47 RPM
Presentase overshoot (PO)	20.62 %
Rise Time (Rt)	2 detik
Peak Time (Pt)	0.75 detik
Settling Time (St)	3 detik
Error Steady State	0,26 %

Grafik 6 merupakan hasil pengujian sistem tanpa menggunakan kontrol PI. Menunjukkan respon sistem mengalami penurunan *set point* saat di beri beban rata-rata kecepatan mendekati setpoint adalah 67.81 dan untuk nilai eror steady statenya 9.58 % .Sedangkan pada grafik 7 merupakan hasil pengujian sistem menggunakan kontrol PI. menunjukkan kondisi yang baik,



walaupun di beri beban, masih bisa mencapai set point dan cukup stabil, rata-rata kecepatan mendekati setpoint 75.204 dan untuk nilai eror steady statenya 0.27 %.

Dari dari dua grafik diatas terdapat perbedaan antara respon system yang menggunakan system open loop dan close loop. Dengan menggunakan system close loop, system bisa mempertahankan nilai set point saat diberi beban sedangkan dengan system open loop (tanpa kontrol) system mengalami penurunan nilai untuk mencapai set point, jadi dapat disimpulkan performa dari system close loop lebih baik dari pada system open loop dalam mempertahankan kestabilan sistem untuk mencapai set point.

4.2 Pengujian penyortiran benda logam dan Non logam

Tabel 3 : Hasil Pengujian penyortiran

NO.	RPM	Jumlah Benda Logam	Jumlah Benda Non logam	Keterangan
1.	20	20	20	Benda tersortir semua dengan baik
2.	35	20	20	Benda tersortir semua dengan baik
3.	50	20	20	Benda tersortir semua dengan baik
4.	65	20	20	Benda tersortir semua dengan baik
5.	80	20	20	Benda tersortir semua dengan baik
6.	95	18	20	Benda tidak tersortir semua dengan baik
7.	110	18	20	Benda tidak tersortir semua dengan baik
8.	125	18	20	Benda tidak tersortir semua dengan baik

Dari Analisa table 4.6 hasil pengujian objek yang tersortir oleh magnet, pada kecepatan 20 RPM – 80 RPM objek benda logam dan objek benda *Non* logam yang tersortir dengan jumlah masing- masing 20 objek, tersortir dengan baik. Sedangkan apabila kecepatan diatas 80 RPM -125 RPM benda yang tersortir tidak semuanya tersortir dengan baik. Dari data yang telah diambil menjelaskan bahwa kecepatan yang efektif untuk menyortir berada pada kisaran kecepatan 20 – 80 RPM.

Untuk mengambil setpoin terdapat beberapa hal yang di pertimbangkan, jika terlalu cepat akan menyebabkan penyortiran menjadi kurang maksimal karena magnet susah untuk menarik benda logam yang bergerak terlalu cepat. Setelah dilakukan pengamatan penulis menyimpulkan bahwa kecepatan yang efektif digunakan pada alat ini adalah sebesar 50 RPM.



4. KESIMPULAN

Setelah melakukan perancangan sistem dan dari beberapa hasil pengujian dan analisa dapat disimpulkan :

- 1) Kecepatan motor DC diperlukan pengaturan untuk mencapai set point yang diinginkan, diperlukan sensor kecepatan berupa rotary encoder sebagai feedback kemudian diterapkan kedalam kontrol PI, dengan menggunakan metode ziegler Nichols didapatkan respon sistem yang stabil dengan nilai rise time 5 S, settling time 7.25 S, overshoot 1 RPM, presentase overshoot 1.33 % dan Error steady state 0.26 %.
- 2) Peforma dari sistem yang menggunakan kontrol saat diberi beban akan lebih stabil mempertahankan nilai set point sedangkan sistem tanpa kontrol tidak dapat mempertahankan nilai set point yang membuat turun nilainya ketika di beri beban, dengan respon sistem nilai eror steady state yang menggunakan kontrol 0.27 % sedangkan tanpa menggunakan kontrol sebesar 9.58 % .
- 3) Tuning parameter PI menggunakan ziegler nichols dengan metode osilasi. Di dapatkan nilai $K_u = 1.1$ dengan mengambil grafik hasil osilasi yang paling stabil, kemudian dengan mengambil gelombang yang paling stabil di dapatkan nilai $T_u = 500$ ms. Setelah itu di dapatkan nilai K_p dan K_i dengan rumus metode osilasi $K_p = 0,495$ dan $K_i = 0,25$.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Krismandinata, & Muhandian, Reza. (2020). Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Kontroller PID dan Antarmuka Visual Basic, *Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional*, 6(1), 338.
- [2] Lubis, S. I., Khair, U., & Lubis, I. (2021). Rancang Bangun Prototype Alat Pemilah Limbah Logam Dan Plastik Otomatis Berbasis Arduino Uno. *ALGORITMA: Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 5(2).
- [3] D. W. & P. R. Nabilla, "SISTEM PENDETEKSI SAMPAH LOGAM DENGAN SAMPAH NON LOGAM UNTUK PENGEPUL BARANG BEKAS DIKAMPUNG BEKASI JATI," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 6, no. 2, pp. 415-419., 2022.
- [4] A. A. d. E. Fikri, "Sistem Pengaturan PID Motor DC sebagai Penggerak Mini Conveyor Berbasis Matlab," *Jurnal Teknik Elektro Universitas Negeri Surabaya*, vol. 8, no. 2, pp. 293-301, 2019.
- [5] A. A. Fikri, "Sistem Pengaturan Pid Motor Dc Sebagai Penggerak Mini Conveyor Berbasis Matlab," *Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 2, 2019.
- [6] M. Ali, "Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID dengan Software MATLAB," *J. Tek. Elektro Univ. Yogyakarta*, vol. X, no. X, 2004.
- [7] U. M. Arief, "Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggian dan Volume Air," 2011.
- [8] A. Asrofi, "Navigasi Robot Mobil 3WD Omni-Wheeled Menggunakan ARM Processor," Skripsi, Tek. Elektro, Politeknik Negeri Malang, 2014.
- [9] N. Asrofi, "Robot Penyedot Debu Berbasis Mikrokontroler AT89S52," Skripsi, Tek. Informatika, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran", 2010.
- [10] "Buku Panduan Kontes Robot Pemadam Api Indonesia (KRPAI) 2015," Direktorat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, Jakarta, 2015.



- [11] M. I. Dairobi, "Robot Penjejak Garis Mechanum Wheels Berbasis PID," Skripsi, Prodi T Elektronika, Politeknik Negeri Malang, 2014.
- [12] Ali, Muhammad, 2004. Pembelajaran Perancangan Sistem Kontrol PID dengan Software MATLAB. Jurnal Teknik Elektro Universitas Yogyakarta.
- [13] Arief, Ulfah Mediaty, 2011. Pengujian Sensor Ultrasonik PING untuk Pengukuran Level Ketinggiandan Volume Air.