METROTECH
Journal of Mechanical and Electrical Technology
Vol. 4 No. 1, Januari 2025, E-ISSN 2809-9605 | P-ISSN 2827-8097

Pengendali Kecepatan Putaran Motor DC pada Kursi Roda Elektrik

Bintang Maha Dewa Hidayah Budiharto[1*], Mila Fauziyah[2], Donny Radianto[3]
[1,2,3]Politeknik Negeri Malang, Malang
[*]Penulis Korespondensi, email: mahadewab7@gmail.com

Received: 11/09/2024 *Revised: 19/09/2024* *Accepted: 03/10/2024*

Abstract. *An electric wheelchair is an important mobility aid for people with mobility impairments. The purpose of designing and developing an electric wheelchair to be controlled through speed sensors and distance sensors. The method used to control the speed of the DC motor is with PID control which will be integrated with the ESP32 control system to convert commands into motion actions on the DC motor in the electric wheelchair. Users can give commands through the joystick, such as "forward," "backward, 'stop,' 'right,' or 'left,' to stop the wheelchair set by the distance sensor when the sensor distance with the object 10cm-80cm electric wheelchair will respond by stopping the DC motor. To get the appropriate DC motor rotation results, it will be set at a set point of 50 RPM using PID speed control obtained the value of Kp = 2.1, Ki = 1.05, Kd = 1.05 the result of Ziegler-Nichols 2. Where the results of the speed PID parameters are delay time 0.3 s, rise time 0.8 s, settling time 2.9 s, maximum overshoot 4. 24%, peak time 0.9 s, steady state error 3.56% and -4.22%. PID control with ziegler nichols 2 method. In conclusion, this study successfully designed and developed an electric wheelchair based on speed sensors and distance sensors with joystick control to adjust the rotation of the DC motor using ESP32 with PID control.*

Keywords: *Wheelchair, DC motor, Speed sensor, Distance sensor, PID control*

Abstrak. Kursi roda elektrik merupakan alat bantu gerak yang penting bagi orang yang memiliki gangguan mobilitas. Tujuan merancang dan mengembangkan kursi roda elektrik untuk dapat dikendalikan melalui sensor kecepatan dan sensor jarak. Metode yang digunakan untuk mengontrol kecepatan motor DC yaitu dengan kontrol PID yang akan diintegrasikan dengan sistem kendali ESP32 untuk mengubah perintah menjadi aksi gerakan pada motor DC di kursi roda elektrik. Pengguna dapat memberikan perintah melalui joystick, seperti"maju," "mundur, "stop," "kanan," atau "kiri," untuk stop kursi roda di atur oleh sensor jarak ketika jarak sensor dengan objek 10cm-80cm kursi roda elektrik akan merespons dengan mengehentikan motor DC. Untuk mendapatkan hasil putaran motor DC yang sesuai maka akan diatur di set point 50 RPM dengan menggunakankontrol kecepatan PID didapatkan nilai Kp = 2.1, Ki = 1.05, Kd = 1.05 hasil dari Ziegler-Nichols 2. Dimana hasil dari parameter PID kecepatan yaitu delay time 0.3 s, rise time 0.8 s, settling time 2.9 s, maksimum overshoot 4.24%, peak time 0.9 s, error steady state 3.56% dan -4.22%. kontrol PID dengan metode ziegler nichols 2. Dalam kesimpulannya, penelitian ini berhasil merancang dan mengembangkan kursi roda elektrik berbasis sensor kecepatan dan sensor jarak dengan kendali joystick untuk mengatur putaran motor DC menggunakan ESP32 dengan kontrol PID.

Kata Kunci: Kursi roda, Motor DC, Sensor kecepatan, Sensor jarak, Kontrol PID

I. PENDAHULUAN

Kursi roda adalah perangkat mobilitas yang dirancang untuk membantu orang yang memiliki kesulitan berjalan atau berdiri akibat kondisi medis, cedera, atau disabilitas [1]. Seiring perkembangan zaman yang menuntut suatu sistem selalu mengedepankan keamanan, kenyamanan dan kecepatan. kursi roda pun semakin berkembang yang sebelumnya digerakkan oleh manusia atau manual sekarang dikembangkan agar dapat membuat kursi roda elektrik yaitu dengan cara menambahkan sebuah Motor DC [2].

Hal ini membuat penulis mengembangkan kursi roda manual menjadi kursi roda elektrik dengan cara menambahkan sebuah motor DC. Agar kecepatan putaran motor DC sesuai dengan yang diinginkan. Dibutuhkan sebuah kontroler untuk mengatur kecepatan motor DC. Berdasarkan karakteristik dari kontrol maka pada penelitian ini digunakan kontroler proporsional integral derivatif (PID). Sehingga dengan adanya latar belakang

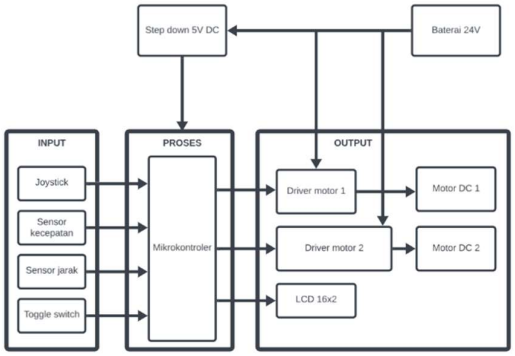
tersebut penulis tersebut penulis mengambil tema dengan judul "Pengendalian Kecepatan Motor DC Berbasis Mikrokontroler pada Kursi Roda Elektrik".

II. METODOLOGI

Pada bab ini terdapat dasar teori dan pembahasan untuk mendukung dan mendasari penelitian yang dilakukan oleh penulis sebagai berikut.

A. Diagram Blok Sistem

Blok diagram merupakan bagian dalam perencanaan alat yang meliputi input, proses dan output yang nantinya blok diagram ini akan menghasilkan suatu sistem yang dapat bekerja sesuai dengan perencanaan [3].

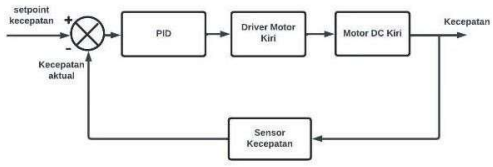


Gambar 1. Blok diagram *system*

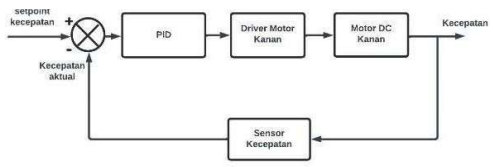
Tabel 1 di bawah ini merupakan keterangan dari blok diagram sistem

Tabel 1. Input-Proses-Output.

No	Nama	Fungsi
Input		
1.	*Joystick*	Berfungsi sebagai perangkat input yang digunakan untuk mengendalikan pergerakan dan posisi dalam sistem.
2.	Sensor Kecepatan	Berfungsi untuk mengukur kecepatan rotasi dari sebuah motor DC.
3.	Sensor Jarak	Berfungsi untuk mendeteksi jarak antara sensor dan suatu objek.
4.	*Toggle Switch*	Digunakan untuk membuka atau menutup rangkaian listrik dengan menggerakkan tuas atau knob ke dua posisi (on atau off).
Proses		
1.	Esp32	Blok proses pada sistem ini menggunakan ESP32 untuk mengolah perintah yang telah diterima dari input dan diterima oleh mikrokontroller untuk diteruskan ke output [4].
Output		
1.	LCD 16x2	Berfungsi sebagai media penampil data berupa nilai RPM .
2.	*Driver* Motor	Berfungsi mengendalikan motor DC untuk memungkinkan motor berputar ke dua arah (maju dan mundur) serta mengendalikan kecepatannya.
3.	Motor DC	Berfungsi mengubah energi listrik arus searah menjadi energi mekanik (rotasi) dan sebagai penggerak kursi roda.



Gambar 2. Blok diagram kontrol motor DC kiri



Gambar 3. Blok diagram kontrol motor DC kanan

Gambar diatas merupakan diagram blok kontrolkecepatan. Keterangan dari blok diagram kontrol kecepatan motor DC diatas ditunjukkan pada Tabel 2 dibawah ini.

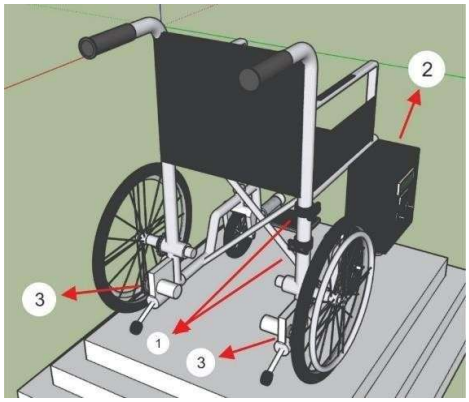
Tabel 2. Kecepatan motor DC

No	Nama	Fungsi
1.	PID	Berfungsi sebagai *controller* yang dapat mengolah data dengan inputberupa nilai error yang dihasilkan dari setpoint kecepatan. Nilai error kemudian akan dihitung dengan parameter Kp,Ki, dan Kd agar sistem kembali stabil / sesuai dengan setpoint [5].
2.	Plant	*Plant* pada blok kontrol kecepatanpada alat kursi roda elektrik digunakan untuk mengatur kecepatan. Pada plant ini menggunakan rotary encoder sebagai umpan balik dari sistem ini. Pada bagian ini terdapat driver motor berupa modul BTS7960 yang digunakan sebagai sumber kontrol kecepatan dan arah putaran motor DC [6].
3.	Sensor Kecepatan	Sensor kecepatan digunakan untuk pembacaan kecepatan putaran motor DC.

A. Perancangan Mekanik

Dimensi Mekanik

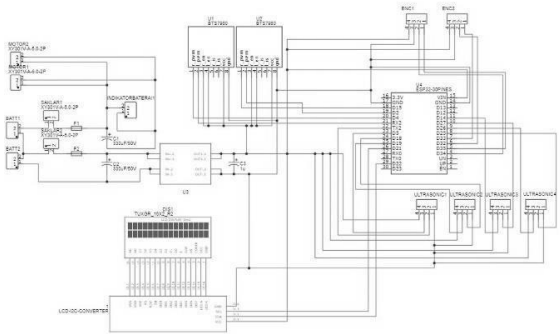
1. Panjang : 80 cm
2. Lebar : 58 cm
3. Tinggi : 88 cm
4. Kapasitas : 60 Kg
5. Bahan : Besi dan Alumunium



Gambar 4. Desain mekanik

B. Perancangan Elektronik

Sumber tegangan yang dibutuhkan adalah sumber DC 24 volt. Untuk aktuator menggunakan motor DC 24VDC. Motor DC yang digunakan adalah motor DC P45G dengan spesifikasi memiliki torsi sebesar 85kgfcm dan 120RPM. Gambar 5 merupakan gambar rangkaian secara keseluruhan.



Gambar 5. Skematik keseluruhan

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Sensor Kecepatan Rotary Encoder

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian dan perbandingan pengukuran antara RPM motor DC 1 dengan RPM di tachometer :

Tabel 3. Pengujian motor DC 1

No	Input PWM	Output		
		RPM Motor DC	RPM Tachometer	Error
1	20	0	0	0
2	40	5.1	5	0,02
3	60	21.9	22	0,004545
4	80	32.6	32.4	0,006173
6	100	42.8	42	0,019048
6	120	55.3	55.6	0,005396
7	140	64	64.3	0,004666
8	160	73	72.5	0,006897
9	180	83.2	84	0,009524
10	200	94.2	94.7	0,00528
11	220	108.2	108.9	0,006428
12	240	125.3	124.7	0,004812
Rata- rata error				0,0084

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian dan perbandingan pengukuran antara RPM motor DC 2 dengan RPM di tachometer:

Tabel 4. Pengujian motor DC 2

No	Input PWM	Output		
		RPM Motor DC	RPM Tachometer	Error
1	20	0	0	0
2	40	6.9	6	0,15
3	60	23.6	23	0,026086957
4	80	34.2	33,9	0,008849558
6	100	45.3	45	0,006666667
6	120	55	55,1	-0,001814882
7	140	64	64.2	-0,003115265
8	160	74	73,4	0,008174
9	180	84.3	84	0,003571
10	200	94.6	94.5	0,001058
11	220	109.1	109	0,000917
12	240	125.4	124.9	0,004003
Rata- rata error				0,017033

Berdasarkan data yang diperoleh pada tabel diatas dari pembacaan sensor encoder dan tachometer terdapat selisih nilai yang kecil dengan rata rata error 0,84% dan 1,7%. Nilai error diperoleh dengan rumus persamaan dibawah ini [7][8]:

$$e = \frac{Nilai\ pembacaan\ sensor - Nilai\ pembacaan\ tachomete}{Nilai\ pembacaan\ tachomete} x\ 100\% \quad (1)$$

B. Pengujian Sensor Jarak HCSR04

Berikut ini adalah tabel hasil pengujian dan perbandingan pengukuran antara sensor jarak HCSR04 dengan penggaris.

Tabel 5. Pengujian Sensor Jarak HCSR04

No	Penggaris	ESP 32	Eror
1	3 cm	2.92 cm	2.6%
2	4 cm	3.95 cm	1.25%
3	5 cm	5.03 cm	0.6%
4	6 cm	6.05 cm	0.83%
5	7 cm	7.1 cm	1.4%
6	8 cm	8.05 cm	0.62%
7	9 cm	9 cm	0%
8	10 cm	10.8 cm	8%
9	11 cm	11.9 cm	8.18%
10	12 cm	12.8 cm	0.8%
11	13 cm	13 cm	0%
12	14 cm	13.9 cm	0.71%
13	16 cm	15.5 cm	3.12%
14	18 cm	17.9 cm	0.55%
15	20 cm	20 cm	0%

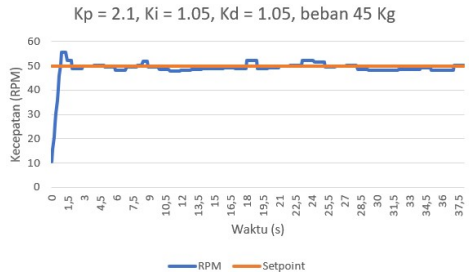
Dari hasil pengujian sensor jarak dapat dilihat pada Tabel 4.4 bahwa rata rata nilai yang di hasilkan dari pembacaan sensor jarak dengan penggaris telah mendeteksi jarak dalam bentuk cm. Hasil perbandingan dan pembacaan sensor jarak HCSR04 dengan penggaris menghasilkan nilai error rata rata sebesar 1,03%. Dimana nilai error tersebut masih bisaditoleransi. untuk mencari nilai error rata - rata menggunakan rumus seperti dibawah ini.Untuk mencari nilai error dan % error jarak pada hasil pengujian dapat dilakukan dengan rumus dibawah ini:

$$Error\ rata\ -\ rata(\%) = \sum Error / \sum Pengujian \quad (2)$$
$$Error\ rata\ -\ rata(\%) = 28.66 / 15$$
$$Error\ rata\ —\ rata(\%) = 1,91\%$$
$$Error = |\ jarak\ sebenarnya - jarak\ terukur| \quad (3)$$
$$\%\ Error = \left|\frac{Jarak\ sebenarnya - Jara\ \ terukur}{Jarak\ sebenarnya}\right| x\ 100\% \quad (4)$$

C. Pengujian Kontrol PID

Hasil dari pengujian keseluruhan menggunakan beban manusia yaitu 45Kg, 55Kg, 60Kg dengan Setpoint 50 RPM.

1. Pengujian Ke-1



Grafik 1. Pengujian 1

Hasil respon :

a. Delay Time (Td) = 0,3s

b. Steady-State Error $= \left|\frac{51{,}78-50}{50}\right| x\ 100\%$
$= 3{,}56\ \%$
$= \frac{47{,}89-50}{50}\ x\ 100\%$
$= -4{,}22\ \%$

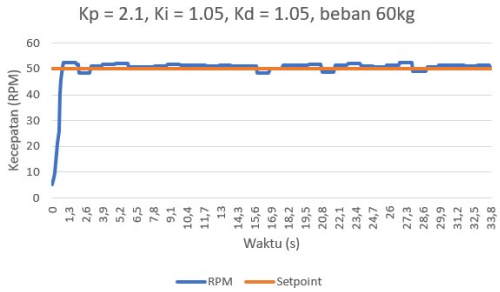
c. Rise Time (Tr) = 0,8s

d. Peak time (Tp) = 0,9s

e. Settling time (Ts) = 2,9s

f. Overshoot $= \frac{52{,}12-50}{50}\ x\ 100\%$
$= 4{,}24\ \%$

2. Pengujian Ke-2



Grafik 2. Pengujian 2

Hasil respon :

a. Delay Time (Td) = 0,4s

b. Steady-State Error $= \left|\frac{51{,}89-50}{50}\right| x\ 100\%$
$= 3{,}78\ \%$
$= \frac{48{,}99-50}{50}\ x\ 100\%$
$= -2{,}02\ \%$

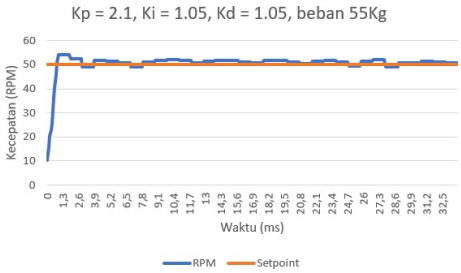
c. Rise Time (Tr) = 0,9s

d. Peak time (Tp) = 1,2s

e. Settling time (Ts) = 3,9s

f. Overshoot $= \frac{52{,}16-50}{50}\ x\ 100\%$
$= 4{,}32\ \%$

3. Pengujian Ke-3



Grafik 3. Pengujian 3

a. Delay Time (Td) = 0,5s

b. Steady-State Error $= \left|\frac{52{,}24-50}{50}\right| x\ 100\%$
$= 4{,}48\ \%$
$= \frac{48{,}35-50}{50}\ x\ 100\%$
$= -3{,}3\ \%$

c. Rise Time (Tr) = 0,9s

d. Peak time (Tp) = 1,2s

e. Settling time (Ts) = 3s

f. Overshoot $= \frac{52{,}41-50}{50}\ x\ 100\%$
$= 4{,}82\ \%$

Dari hasil pengujian keseluruhan didapatkan hasil kecepatan kursi roda elektrik paling baik pada kecepatan 50 RPM. Hasil kontrol kecepatan PID didapatkan nilai Kp = 2.1, Ki = 1.05, Kd = 1.05 hasil dari Ziegler-Nichols 2. Dimana hasil dari parameter PID kecepatan tidak melebihu Error ± 5% [9][10].

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pengujian pada penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa sensor jarak ultrasonik efektif dalam menghentikan motor DC secara otomatis dalam rentang jarak 10-80 cm dari objek terdekat, yang menambah lapisan keamanan untuk mencegah potensi tabrakan dan melindungi

pengguna dari situasi berbahaya. Kontrol kecepatan PID dengan parameter Kp = 2.1, Ki = 1.05, dan Kd = 1.05 dari Ziegler-Nichols 2 menunjukkan hasil yang baik, dengan error tidak melebihi ± 5%, meskipun performa dapat dipengaruhi oleh faktor seperti permukaan jalan dan daya baterai. Penggunaan metode PID terbukti efektif dalam pengendalian kecepatan motor DC pada kursi roda elektrik, meningkatkan mobilitas dan keamanan pengguna. Selain itu, sensor kecepatan rotary encoder berhasil menjaga putaran motor DC stabil pada setpoint 50 RPM dengan memberikan umpan balik real-time mengenai kecepatan aktual motor.

Bebeberapa hal dapat ditingkatkan lagi dalam pengembangan alat kursi roda elektrik ini lebih lanjut dengan beberapa saran yaitu menggunakan metode kendali kontrol yang berbeda seperti Fuzzy untuk menentukan metode yang lebih stabil dalam mengatur kecepatan motor DC, mempertimbangkan kembali penggunaan gear pada penggerak roda kursi roda elektrik, meninjau ulang letak sensor jarak, serta mempertimbangkan kembali penggunaan motor DC PG45.

UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yang telah membimbing saya dalam penulisan jurnal ini. Saya juga berterima kasih kepada keluarga saya yang selalu memberikan dukungan dan motivasi dalam setiap langkah saya, termasuk dalam penulisan jurnal ini.

REFERENSI

[1] Gumelar, B. A. (2019). Analisa Rancangan Hasil Kursi Roda Elektrik Lipat dan Non Lipat. Umsida Preprints Server. https://Archive.Umsida.Ac.Id/Index.Php/Archive/Preprint/Download/4715/34055/39060

[2] Ngafifi, M. (2014). Kemajuan Teknologi dan Pola Hidup Manusia Dalam Perspektif Sosial Budaya.The Official UNY Scientific Journal. https://Journal.Uny.Ac.Id/Index.Php/Jppfa/Article/Viewfile/2616/2171

[3] Rahmatilah, G. (2020). Pengendalian Kecepatan Motor DC Pada Prototipe Lift Menggunakan Kontroler PI. Jurnal Teknik Elektro, Volume 09, Nomor 02, Tahun 2020, 269-276. https://Ejournal.Unesa.Ac.Id/Index.Php/JTE/Article/Download/30976/28185/.

[4] Hamada, F. (2015). Pengaturan Kecepatan Pada Simulator Parallel Hybrid Electric Vehicle Menggunakan Metode PID - Linear Quadratic Regulator. ITS Repository. https://Repository.Its.Ac.Id/51713/1/2211100207-%20Undergraduate%20Thesis.Pdf

[5] Amrulloh, M. S. (2024). Desain Sistem Pengendalian Kecepatan Dan Pengereman Pada Kursi Roda Elektrik Untuk Kondisi Jalanan Menurun Dan Menanjak. Magnetika. https://ejournal.itn.ac.id/index.php/magnetika/article/download/8750/5733/

[6] Firdaus, F. (2022). Prototype Sistem Kendali Kecepatan Motor DC Dengan Proportional Integral Derivative (PID) Controller. Jurnal Universitas Siliwangi. https://Jurnal.Unsil.Ac.Id/Index.Php/Jeee/Article/Download/4426/2289

[7] Nizam, M. (2022). Mikrokontroler ESP 32 Sebagai Alat Monitoring Pintu Berbasis Web. Portal Jurnal Institut Teknologi Nasional Malang. https://Ejournal.Itn.Ac.Id/Index.Php/Jati/Article/Download/5713/3438

[8] Ray, A. D. (2022). Smart Switch To Videotron Bersis Iot (Internet Of Things). Jurnal Teknika. https://Jurnal.Polsri.Ac.Id/Index.Php/Teknika/Article/View/3399/1812

[9] Rojikin, M. (2023). Kontrol Kecepatan Putar Motor DC Pada Proses Pengadukan Santan Dalam Pembuatan Virgin Coconut Oil. https://Jurnal.Polsri.Ac.Id/Index.Php/Teknika/Article/View/3399/1812.

[10] Utama, Y. A.(2022). Perbandingan Metode Tuning PID Pada Pengaturan Kecepatan Parallel Hybrid Electric Vehicle. Telekontran. https://Ojs.Unikom.Ac.Id/Index.Php/Telekontran/Article/Download/7411/3209/