

Studi komparasi sistem kontrol pada motor bldc

Comparative studies of control system on bldc motors

Teuku Multazam¹, Fakhruddin Ahmad Nasution², Fakhri Azhari³
^{1,2,3} Department electrical engineering, Malikussaleh University
Indonesian.

*Corresponding Author: fakhruddinahmadnst@unimal.ac.id

ABSTRACT

The research is to compare the performance of the control system on brushless dc motors. The optimization uses Simulink software to obtain value data for the overshoot, rise time and settling time parameters. There are three control methods used in this comparative optimization study, namely, a controller system using PID, Cohen-Coon, trial and error, and the Firefly algorithm. The simulation results show that the PID controller optimized using the Firefly algorithm has the best performance with overshoot of 0.501%, rise time of 234,778 ms, and settling time of 0.6. The Cohen-Coon method also produces low overshoot of 0.501%, but with a longer rise time of 234,778 ms and a higher settling time. This study found that to improve control system performance, it is very important to choose the right optimization technique. When compared with the Cohen-Coon and Trial and Error methods, the Firefly algorithm shows better results in determining the most suitable parameters for PID controllers on BLDC motors. These findings provide important guidelines for the development and use of PID controllers in various industries using BLDC motors.

Keywords: BLDC motor; controller, Simulink, comparative; algorithm.

ABSTRAK

Penelitian ini untuk membandingkan kinerja sistem kontrol pada motor dc tanpa sikat. Optimasi tersebut menggunakan software simulink dalam memperoleh data nilai dari parameter *overshoot*, *rise time*, dan *settling time*. Terdapat tiga metode kontrol yang digunakan dalam studi komparasi optimasi ini yaitu, sistem pengontrol menggunakan PID, cohen-coon, *trial and error*, dan algoritma *firefly*. Hasil simulasi menunjukkan bahwa pengontrol PID yang dioptimalkan menggunakan algoritma Firefly memiliki kinerja terbaik dengan overshoot 0.501%, rise time 234.778 ms, dan settling time 0.6. Metode Cohen-Coon juga menghasilkan overshoot yang rendah sebesar 0.501%, tetapi dengan rise time yang lebih lama sebesar 234.778 ms dan settling time yang lebih Studi ini menemukan bahwa Untuk meningkatkan kinerja sistem kontrol, sangat penting untuk memilih teknik optimasi yang tepat. Jika dibandingkan dengan metode Cohen-Coon dan Trial and Error, algoritma Firefly menunjukkan hasil yang lebih baik dalam menentukan parameter yang paling cocok untuk pengontrol PID pada motor BLDC. Penemuan ini memberikan pedoman penting untuk pengembangan dan penggunaan pengontrol PID di berbagai industri yang menggunakan motor BLDC.

Kata Kunci: Motor BLDC, pengendali PID, komparasi; algoritma; Simulink.

1. PENDAHULUAN

Sistem pengontrolan menggunakan proporsional, integral, dan derivative (PID) dikenal karena strukturnya yang sederhana dan kemampuannya untuk diimplementasikan dalam berbagai peralatan industri, termasuk motor DC. Kontroler ini memainkan peran penting dalam mengatur variabel-variabel kritis seperti kecepatan motor DC, sehingga memastikan performa sistem yang optimal (Bhateshvar; Y,K, 2014). merupakan pengontrol yang memiliki kemampuan untuk mengukur seberapa presisi suatu sistem instrumentasi berdasarkan fitur yang memiliki umpan balik. Tiga kategori komponen kontroler PID ini adalah proporsional, integratif, dan derivatif. Tergantung pada reaksi yang diharapkan dari suatu sistem, ketiganya dapat digunakan secara bersamaan atau secara terpisah (Ogata K, 1994).

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk menentukan parameter optimal dari kontroler PID, mengingat pentingnya peran kontroler ini dalam sistem kendali. Meskipun metode trial and error sering digunakan karena kemudahannya, metode ini memiliki kekurangan, karena menentukan parameter kontroler PID yang ideal membutuhkan waktu yang lama dan akurasi yang rendah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk meneliti metode alternatif yang lebih efisien dan akurat untuk menentukan parameter kontroler PID untuk aplikasi motor DC (Suriadi, Mahdi Syukri, Teuku Multazam, dkk, 2024.).

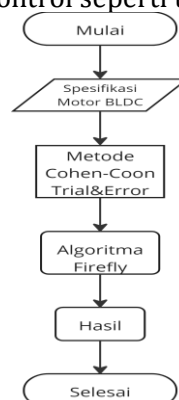
Kontroler PID banyak diterapkan pada berbagai perangkat industri, termasuk motor DC, dan memainkan peran penting dalam menjaga kestabilan sistem di berbagai aplikasi industri. Karena kemudahan penerapannya, kontroler PID digunakan untuk mengatur berbagai variabel, seperti kecepatan motor DC. Beberapa penelitian telah menemukan bahwa metode trial and error adalah metode yang paling umum digunakan untuk menentukan parameter optimal kontroler PID; namun, metode ini memerlukan waktu yang cukup lama dan tidak cukup akurat untuk menentukan parameter optimal (K. Premkumar, 2015).

Xin-She Yang pertama kali membuat algoritma firefly yang terinspirasi oleh perilaku kunang-kunang. Kunang-kunang adalah hewan uniseks yang tertarik satu sama lain, dan ketertarikan ini dipengaruhi oleh tingkat kecerahan cahaya yang mereka hasilkan. Ini adalah ciri khas kunang-kunang yang memancarkan cahaya (Rodhi, Prasetyo dan Robandi, 2015).

Tiga jenis pengontrol yang terpisah (kontrol proporsional, kontrol integral, dan kontrol diferensial) digabungkan untuk membentuk sistem pengontrol PID. PID memiliki struktur dan metode pengendalian yang mudah dipahami, yang semakin meningkatkan daya tariknya. Bahkan pada tingkat operasional dasar, hanya diperlukan pengalaman praktis dan pemahaman dasar tentang teori kontrol, dan tidak perlu menguasai matematika yang rumit (Siregar; G. A; Amalia, S, 2022).

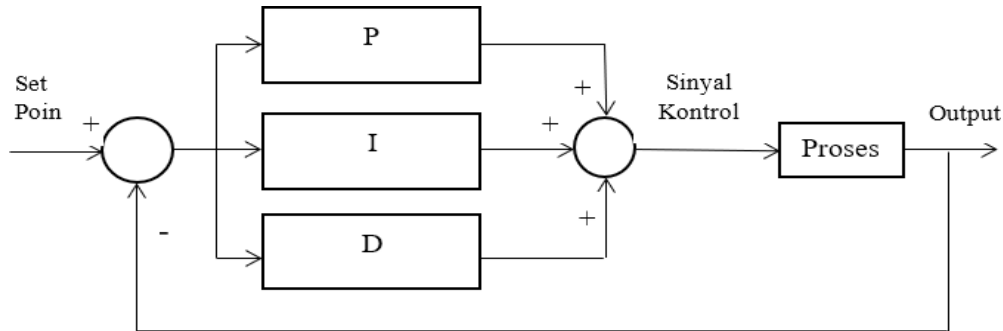
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan beberapa metode untuk optimasi pada sistem kontrol yaitu metode cohen-coon, *firefly*, dan trial and error terhadap motor BLCD melalui skema PID. Penelitian meliputi beberapa tahapan yaitu pengumpulan data, pemodelan blok, dan optimasi metode pada sistem kontrol seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1, Diagram alir penelitian.

Tahapan penelitian ini dimulai dengan melakukan pengumpulan data dari spesifikasi motor BLDC yang digunakan. Kemudian, dilakukan pemodelan blok diagram simulink matlab menggunakan metode, cohen-coon, trial and error dan algoritma firefly digunakan untuk kontrol PID dan membandingkan metode mana yang efektif dan stabil untuk digunakan dengan mempertimbangkan nilai overshoot, rise time, settling time. Diagram blok PID diperlihatkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram blok kendali PID

Dimana:

1. Set point adalah nilai sistem.
2. kesalahan adalah perbedaan antara nilai hasil sensor umpan balik dan nilai sistem.
3. Nilai ekuivalensi dari Pengendali P, I, dan D disebut sinyal kontrol.
4. Nilai yang dihasilkan dari penggunaan kontrol PID yang telah diperoleh disebut output.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dengan menggunakan metode Trial and Error, Cohen-Coon, dan optimasi algoritma Firefly, simulasi dan analisis performa motor BLDC berbasis PID diperoleh hasil dan pembahasan sebagai berikut.

1. Hasil

Dibawah ini adalah gambar dan tabel dari hasil pengujian hasil dari motor bldc menggunakan simulink matlab.

Tabel 1: Spesifikasi Motor BLDC

Parameter	Parameter	Parameter	Parameter
Tegangan Input	V	12	Volt
Inersia	J	92,5	g.m ³
Konstanta tegangan balik	K _e	0,0763	V/(rad/s)
Konstanta torsi	K _t	25,5	mN-m/A
Resistansi	R _a	1,20	Ω
Induktansi	L _a	0,560	mH
Kecepatan konstant	v	375	rpm

Sumber: Rendi Fajar Gumilang, Sitti Amalia, Anggun Anugrah, Sepanur Bandri, (2023).

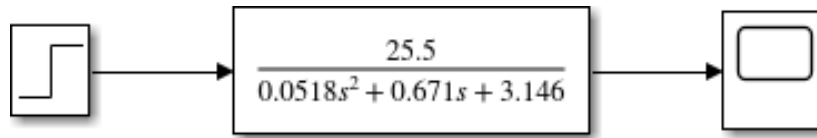
Adapun persamaan matematis yang di gunakan untuk mencari nilai transfer fcn pada simulink matlab adalah sebagai berikut.

$$Gu = \frac{K_t}{(K_t D s^2 + (R_a J + L_a) s + (R_a + K_e K_t))} \quad (1)$$

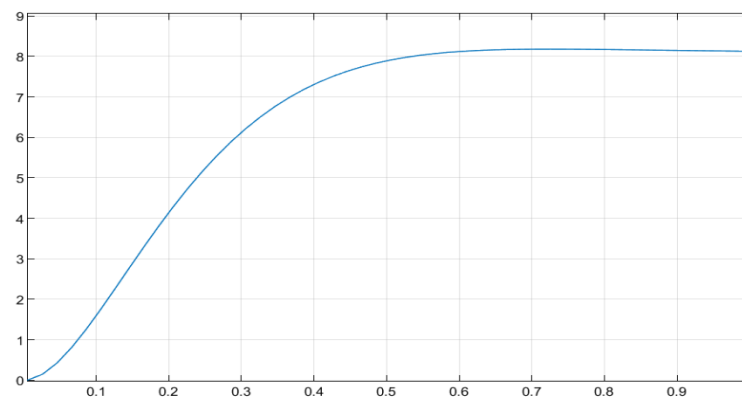
$$Gu = \frac{25,5}{[(0,560)(0,0925)]s^2 + [(1,20)(0,0925) + (0,560)]s + [(1,20) + (0,0763)(25,5)]} \quad (2)$$

$$Gu = \frac{25,5}{0,0518s^2 + 0,671s + 3,14565} \quad (3)$$

Berikut permodelan matematis yang di masukkan pada simulink matlab diperlihatkan pada Gamabr 3 berikut ini:

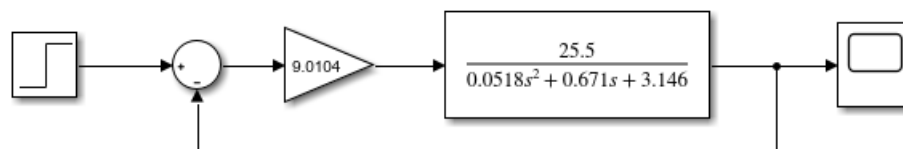


Gambar 3. Blok BLDC sistem terbuka

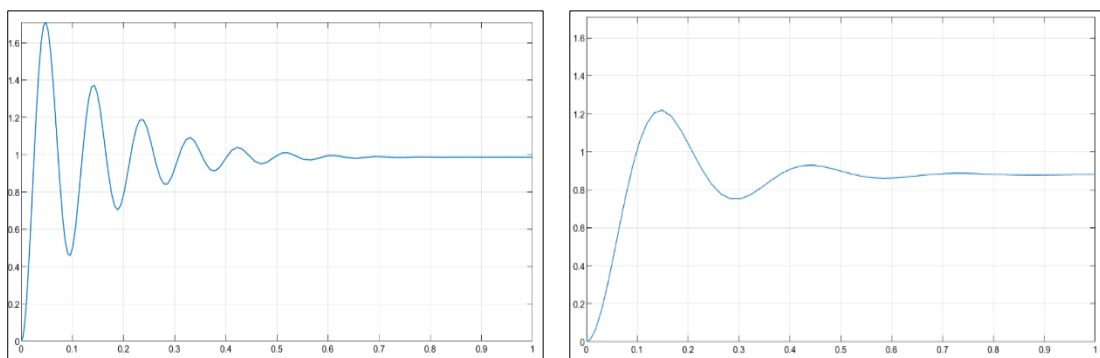


Gambar 4 Hasil simulink sistem terbuka

Permodelan kendali P, PI, PID blok diagram simulink matlab dan perbandingan hasil simulink untuk metode cohen coon dan algoritma firefly adalah sebagai berikut:



Gambar 5. Blok diagram simulink dengan Pendedali P

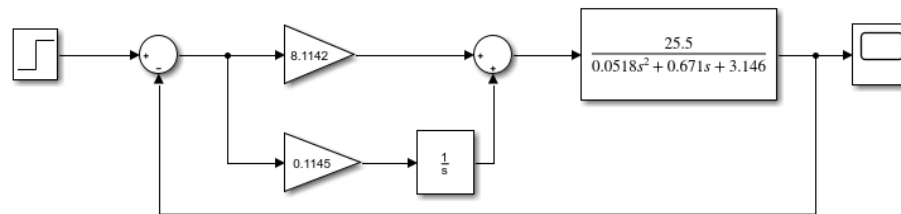


(a)

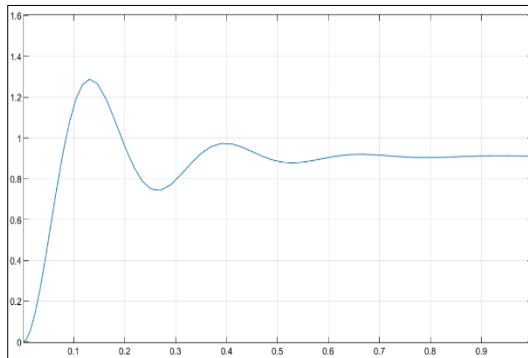
(b)

Gambar 6 (a) Hasil simulink pengendali P metode cohen coon

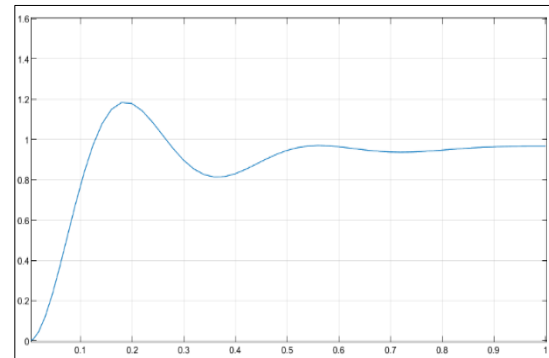
(b) Hasil simulink pengendali P algoritma firefly



Gambar 7. Blok diagram simulink dengan pengendali PI



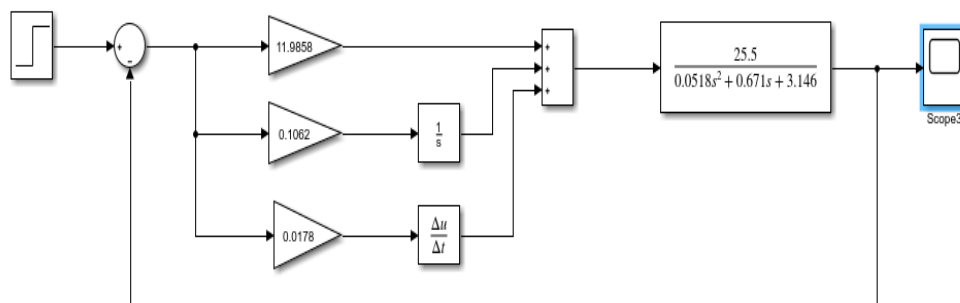
(a)



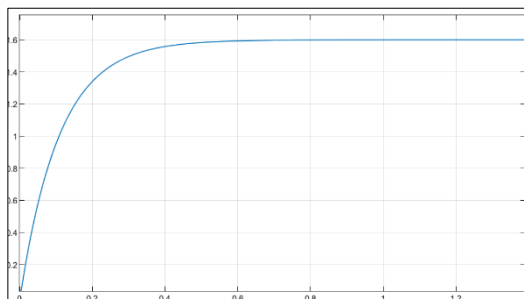
(b)

Gambar 8 (a) Hasil simulink pengendali PI metode cohen coon

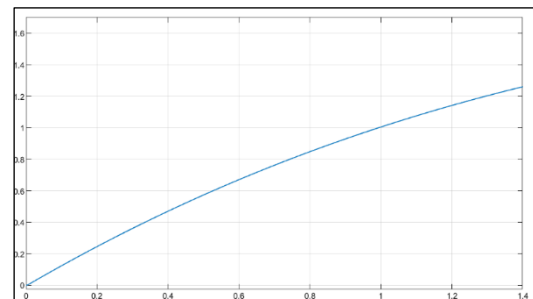
(b) Hasil simulink pengendali PI algoritma firefly



Gambar 9. Blok diagram simulink dengan pengendali PID



(a)

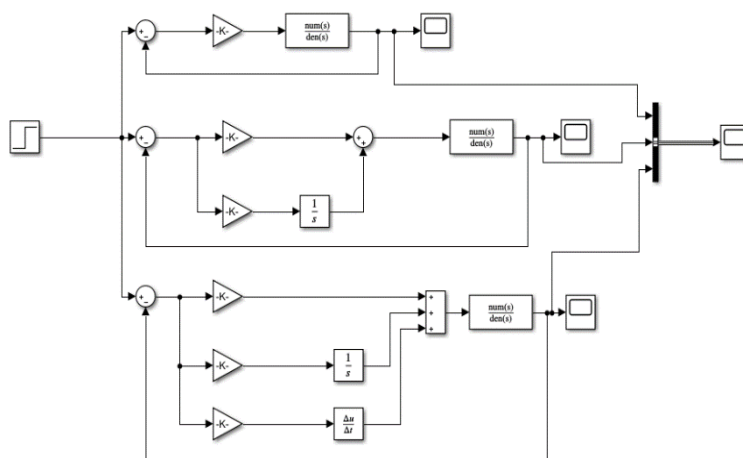


(b)

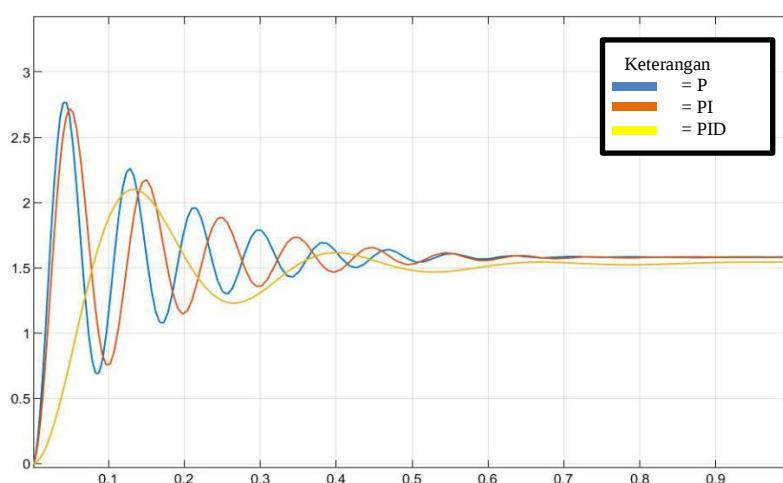
Gambar 10 (a) Hasil simulink pengendali PID metode cohen coon

(b) Hasil simulink pengendali PID algoritma firefly

Setelah melakukan simulasi dengan simulink di dapatkan hasil dengan menggunakan metode Cohen-Coon selanjutnya, pengujian dilakukan dengan metode kedua yaitu Trial&Error adalah sebagai berikut:



Gambar 11. Blok diagram simulink Pengendali PID Trial&Error



Gambar 12. Hasil simulink trial&error pengendali P, PI dan PID

2. Pembahasan

Pada Percobaan diatas Menggunakan simulink matlab didapatkan data hasil sebagai berikut:

Tabel 2: hasil perhitungan dengan simulink matlab

metode/ algoritma	kontrol	overshoot (%)	rise time (ms)	settling time (second)
Coheen coon	P	74.561	0,0168	0,575
	PI	42.143	51.984	0.603
	PID	0.501	234.778	0.658
Firefly	P	38.194	58.467	0.6
	PI	22.840	82.683	0.59
	PID	0.501	234.778	0.6

Trial and error	P	74.561	14.728	0,6
	PI	71.552	17.258	0,561
	PID	53.786	36.301	0.55

Pada hasil simulasi menggunakan simulink matlab pada grafik yang di hasilkan sumbu x untuk waktu dan sumbu y untuk respon dari motor didapatkan hasil untuk tabel 2 memperlihatkan perbandingan untuk kontrol PID menggunakan metode *cohen-coon*, *firefly*, dan *trial and error* dengan parameter utama *overshoot*, *rise time*, dan *settling time*. *Overshoot* adalah persentase kenaikan maksimum output di atas setpoint sebelum stabil, *rise time* adalah waktu yang diperlukan untuk naik dari 10% ke 90% dan *settling time* adalah waktu untuk mencapai keadaan stabil dalam batas kesalahan tertentu. Berdasarkan hasil simulasi didapatkan bahwa peforma pengontrolaan menggunakan algoritma *firefly* lebih baik dibandingkan dengan metode *cohen-coon*, dan *trial and error*. Hal ini terlihat dari perolehan nilai *overshoot* dan *rise time* dimana pada *setting time* 0.6 detik nilai *overshoot* sudah bernilai rendah yaitu 0.501 %, sedangkan untuk metode *cohen-coon*, dan *trial and error* nilainya maka harus disetting melebihi dari 0.6 detik. Dengan demikian metode *firefly* menawarkan keseimbangan antara kecepatan dan stabilitas, sedangkan metode *trial and error* dan *cohen-coon* memberikan respon tercepat namun tidak stabil. Jadi pemilihan metode kontrol harus sesuai dengan kebutuhan baik itu kecepatan atau kestabilan pada motor bldc.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini membandingkan kinerja Pengendalian PID untuk BLDC dengan tiga metode berbeda yaitu metode *cohen-coon*, metode *trial and error*, dan optimasi dengan algoritma *firefly*. berdasarkan data simulasi yang diperoleh melalui simulink matlab, hasil yang dapat diperoleh adalah sebagai berikut::

hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan metode optimasi yang tepat sangat penting untuk meningkatkan performa sistem kontrol. algoritma *firefly* terbukti lebih unggul dibandingkan metode *cohen-coon* dan *trial and error* dalam menentukan parameter optimal untuk kontroler pid pada motor bldc. hal ini memberikan panduan berharga bagi pengembangan dan aplikasi kontroler pid dalam berbagai industri yang menggunakan motor bldc.

REFERENSI

- Bhateshvar,Y,K., " Power-Frequency Balance With Superconducting Magnetic Energy Storage Using Optimized Intelligent Controller". Energetika (2014). <https://doi.org/10.6001/energetika.v60i3.2988>
- K. Premkumar. "Fuzzy PID supervised online ANFIS based speed controller for brushless dc motor". Sciencedirect. Neurocomputing (2015). <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2015.01.032>
- Rodhi, Prasetyo dan Robandi. "Aplikasi Firefly Algorithm Pada Kontroler PID Untuk Mengatur Kecepatan Motor DC", (2015). Volume 7 – ISSN: 2085-2347
- Siregar, G. A. & Amalia, S. "Analisis performansi pengendali PID pada motor dc dengan menggunakan metode tuning cohen-coon, Seminar nasional dan teknologi" , (2022). <http://dx.doi.org/10.36499/psnst.v12i1.7291>
- Ogata K. "Solving Control Engineering Problems with MATLAB" . Prentice Hall International, Inc : Prentice Hall. (1994). DOI: 10.1016/S0967-0661(96)90086-6
- Rendi Fajar Gumilang, Sitti Amalia, Anggun Anugrah, Sepanur Bandri, "Analisa Perbandingan Kontroler PID Terhadap Motor BLDC Menggunakan Penalaran Cohen-Coon dan Trial & Error". (2023) <https://doi.org/10.38035/rj.v5i3.759>
- Fathoni, dkk. "Perancangan Kendali Kecepatan Motor Arus Searah Menggunakan Metode Root Locus" . Jurnal Teknik Elektro. (2016). Vol. 8 – ISSN 1411 –0059.

- Rohmad, dkk. Desain dan Analisis Pengendali Sistem Suspensi Menggunakan PID dan Logika Fuzzy dengan Simulink Matlab. Unnes Physical Journal. (2015). Vol 4 – ISSN 2252-6978.
- Rosalina, dkk. Analisis Pengaturan Kecepatan Motor DC Menggunakan Kontrol PID (Propotional Integral Derivative). Seminar Nasional Teknoka. (2017). Vol. 2 – ISSN 2502-8782
- Suriadi, Mahdi Syukri, Teuku Multazam, dkk. “DC motor speed control using boost converter DC-DC chopper type based on the PID controller”. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2024. DOI 10.1088/1755-1315/1356/1/012083 .