

Desain Dan Analisis Pengaruh Parameter PI Pada Respon Sistem Kontrol Arus Purwarupa Kendaraan Listrik

Syah Hendri Kurniawan^{a,1,*}, Fatkhur Rohman^{b,2}

^a Program Studi Teknik Otomotif Elektronik-Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No 9, Jatimulyo, Kec Lowokwaru, Kota Malang, Indonesia

¹ syahhendri33@gmail.com; ² fatkhur_rohmn@polinema.ac.id

* Penulis Koresponden

INFO ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci

Kendaraan listrik

Kontrol arus

Kontrol PI

Odrive

Motor BLDC

Pada saat ini di Indonesia banyak pembuatan kendaraan listrik. kendala utama dari pembuatan kendaraan listrik adalah sistem kontrol pada motor listriknya, biasanya kendaraan listrik menggunakan jenis motor BLDC. Akan tetapi motor jenis ini memiliki kontrol yang lebih rumit dibanding motor DC biasa, dibutuhkan sensor encoder untuk membaca putaran motor dengan ketelitian yang tinggi dan kontroler motor yang bisa mengatur besar arus pada motor secara presisi. Berdasarkan permasalahan tujuan penelitian ini untuk menganalisa sistem kontrol arus motor BLDC dengan menggunakan driver motor *odrive* dan kontrol PI, sehingga di dapat nilai parameter PI sekian untuk mendapatkan sistem kontrol arus motor yang stabil juga dapat menghasilkan kestabilan sistem dengan error yang kecil pada saat sistem bekerja. Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa variasi nilai konstanta PI dan beban berpengaruh terhadap parameter kestabilan sistem pada *error steady state*, *rise time* dan *overshot*. Sedangkan untuk variasi konstanta PI tidak berpengaruh secara signifikan terhadap parameter kestabilan sistem.

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).



1. Pendahuluan

Kebutuhan kendaraan sebagai sarana transportasi semakin meningkat setiap tahunnya berbanding lurus dengan pertambahan jumlah penduduk. Hal tersebut membuat kebutuhan bahan bakar minyak semakin meningkat pula, akan tetapi sebaliknya jumlah cadangan minyak bumi terutama di Indonesia semakin tahun semakin menurun [1][2]. Oleh karena itu banyak dari universitas dan perusahaan berlomba-lomba dalam membuat kendaraan listrik. Salah satu jenis motor listrik yang paling banyak digunakan pada pembuatan kendaraan listrik adalah motor arus searah tanpa sikat (*brushless direct current* (BLDC) motor [3][4]. BLDC memiliki efisiensi tinggi, tahan lama, ukurannya kecil, *noise* rendah, dan memiliki karakteristik kecepatan-torsi yang bagus.

Motor ini tidak menggunakan sikat sehingga memudahkan perawatan, mengurangi rugi gesekan, serta menghasilkan *elektro magnetic interference* (EMI) yang rendah [5][6].

Akan tetapi Untuk mengatur kecepatan motor BLDC dibutuhkan kontroler yang handal agar motor dapat menjaga performannya saat ada perubahan beban.

Dari permasalahan diatas penulis berinisiatif akan membuat sebuah sistem yang dapat memaksimalkan kontrol arus motor BLDC pada purwarupa kendaraan listrik menggunakan metode PID sehingga mendapatkan sistem kontrol motor BLDC yang lebih handal dan presisi[7][8]. Penelitian ini akan mendesain dan menganalisis pengaruh variasi nilai konstanta K_p , K_i , dan variasi beban kendaraan purwarupa kendaraan listrik terhadap kestabilan sistem. Sistem yang dibuat adalah sistem kontrol arus kendaraan listrik dengan variasi beban menggunakan kendali PID.

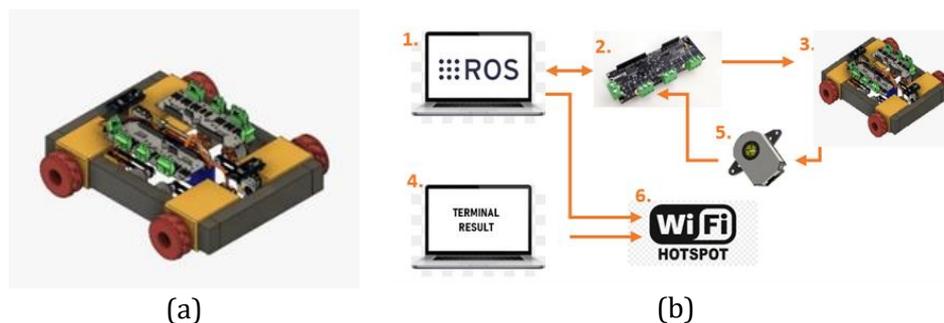
Penelitian ini menggunakan metode *trial and error* pada saat mencari nilai konstanta PID terbaik untuk sistem kontrol arus. Diharapkan dengan menggunakan sistem kontrol PID adanya pengaruh dan mengurangi *error* yang terjadi saat sistem bekerja sehingga dapat memberikan kinerja yang baik pada sistem kontrol arus pada purwarupa kendaraan listrik ini.

2. Metode penelitian

2.1. Skema Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen serta purwarupa kendaraan listrik adalah objek dari penelitian ini.

Pengujian ini dilakukan dari penelitian ini dilakukan dengan variasi beban sebanyak 5 pembebanan yaitu (1kg, 2kg, 3kg, 4kg, 5kg) pada purwarupa kendaraan listrik. Pada Pengaturan Arus bernilai sama pada setiap variasi beban yaitu sebesar 5 Ampere[9][10]. Durasi pada setiap perintah dan variasi beban adalah sama yaitu selama 2 detik berhenti kemudian bergerak maju lurus selama 5 detik dan berhenti kembali. Selanjutnya setiap Variasi beban kendaraan akan diberi 5 variasi nilai konstanta PI (K_p dan K_i) dengan nilai yang sama antara laju kendaraan satu dengan laju kendaraan yang lain[11][12]. Dengan variasi nilai konstanta PI tersebut akan menghasilkan grafik hubungan antara Arus yg diberikan kemotor kendaraan terhadap waktu, grafik ditampilkan pada layer secara *real time* saat kendaraan berkerja.



Gambar 1. a) Desain Purwarupa, b) Skema Penelitian

Keterangan:

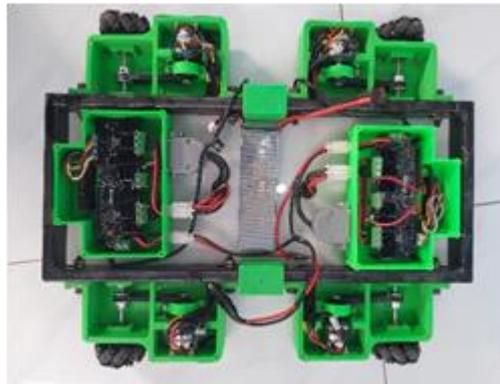
1. PC/Laptop dengan ROS
2. *Odrive*
3. Purwarupa MGv
4. PC/Laptop *Terminal Result*
5. *Encoder*
6. *Wifi hotspot*

2.2. Pengambilan Data

Proses pengambilan data dengan menggunakan purwarupa kendaraan listrik :

1. Menyiapkan Alat

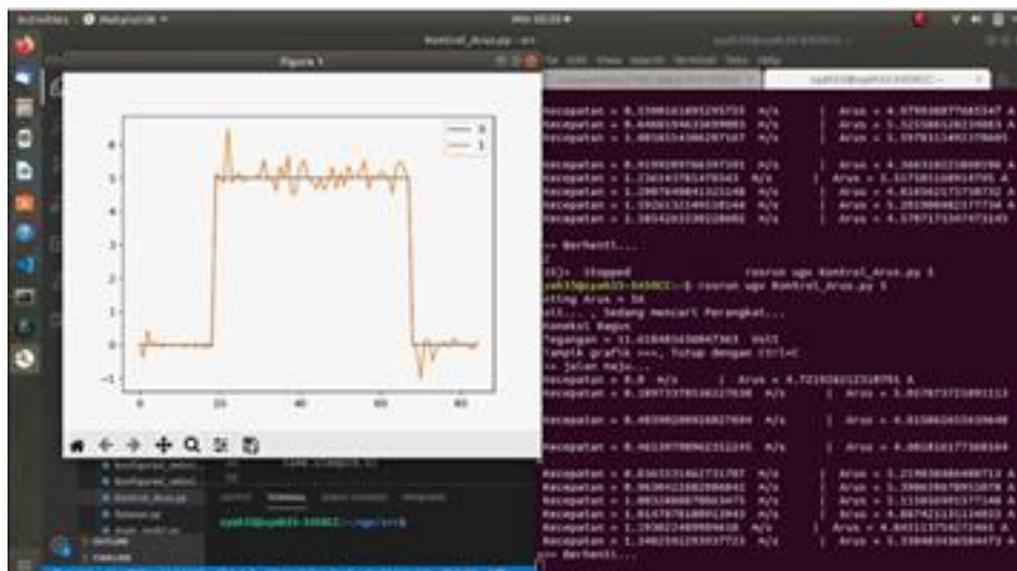
Pada tahap ini menyiapkan kendaraan listrik dengan melakukan pengisian daya terlebih dahulu hingga 12,6 volt, kemudian melakukan pengecekan ketegangan sabuk belt, memeriksa konektor elektronik, serta roda mekanum[13][14]. Kemudian menyiapkan beban 1 Kg hingga 5 Kg dan jalur kendaraan untuk uji coba.



Gambar 2. MGV

2. Penanaman Script (Program)

Selanjutnya melakukan penanaman skrip dengan menggunakan terminal (cmd) pada os ubuntu. Pertama menjalankan program ROS (*Robot Operating System*) untuk menghubungkan mengaktifkan ROS dengan Perintah "Rosecore" Selanjutnya jalankan Program pengaturan Parameter PID dan kontrol arus kemudian selanjutnya program perintah gerakanya. Untuk setiap variasi yang digunakan akan diubah dan ditanam ulang program secara berkala dengan menggunakan aplikasi *Visual Studio Code*.



Gambar 3. Sscript Command

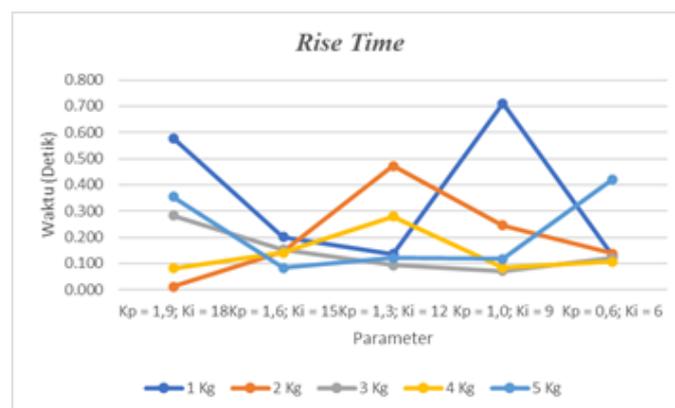
3. Pengambilan Data



Gambar 4. Pengambilan Data

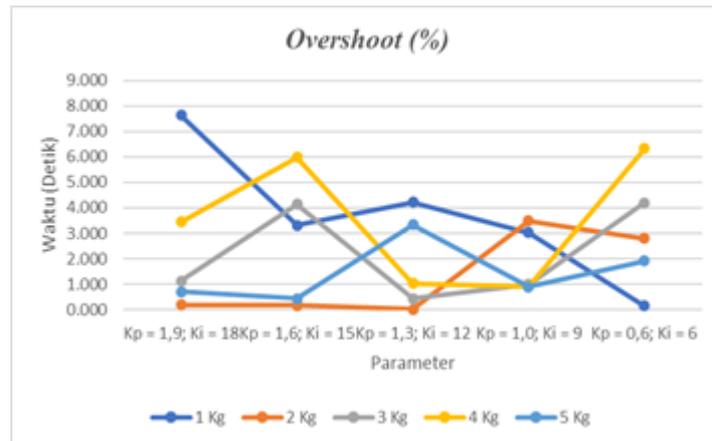
Setelah kendaraan berjalan maka akan muncul grafik arus yang di tampilkan langsung pada terminal, kemudian data tersebut yang diambil oleh peneliti[15]. Data diambil dengan variasi jarak 1m sampai 5m serta beban 1Kg sampai 5Kg secara bergantian. Dengan merubah nilai konstanta PI.

3. Hasil dan Analisis



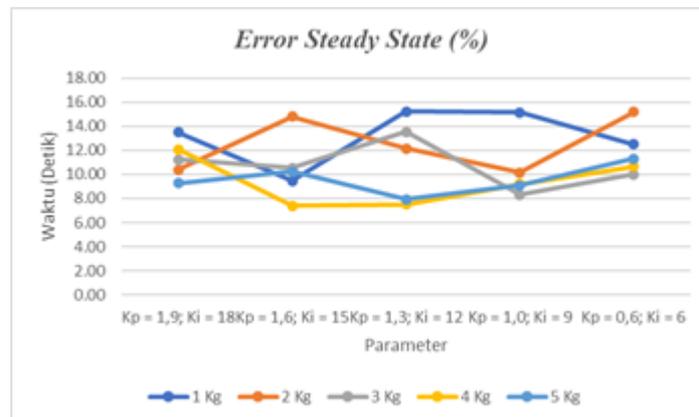
Gambar 5. Grafik Rise Time

Pada Gambar 5. dapat dilihat respon kestabilan sistem berupa rise time tercepat pada beban sebesar 2 kg dengan nilai sebesar 0,012 detik yaitu pada saat menggunakan konstanta PI dengan $K_p = 1,9$ dan $K_i = 18$. Nilai rise time tercepat pada beban 1 kg adalah 0,127 detik menggunakan konstanta PI dengan $K_p = 0,6$ dan $K_i = 6$. Sedangkan untuk beban 4 kg dan 5 kg kecepatan rise time tercepat menggunakan parameter PI yang sama yaitu $K_p = 1,9$ dan $K_i = 18$ dengan nilai rise time berturut turut adalah 0,081 detik dan 0,355 detik. Sedangkan untuk kestabilan sistem dengan nilai rise time terlambat pada beban 1; 2; 3; 4; 5 kg secara berturut-turut adalah 0,911 detik, 0,472 detik, 0,283 detik, 0,280 detik, 0,421 detik. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan nilai konstanta PI yang besar dapat menghasilkan nilai rise time yang cepat. Sedangkan nilai rise time yang lambat adalah saat menggunakan konstanta PI yang cenderung lambat. Untuk variasi beban pada salah satu konstanta PI dapat dilihat pada tabel bahwa variasi beban tidak mempengaruhi secara signifikan, tetapi semua itu juga tergantung dari kontanta PI mana yang digunakan.



Gambar 6. Grafik *Overshoot*

Pada Gambar 6. Diketahui respon kestabilan sistem berupa overshoot tertinggi pada 1 kg dengan nilai sebesar 7.629% yaitu pada saat menggunakan konstanta PI dengan $K_p = 1,9$ dan $K_i = 18$. Sedangkan pada beban 2 kg memiliki nilai terkecil yaitu 0,10 diperoleh saat konstanta PI dengan $K_p = 1,3$ dan $K_i = 12$. Pada grafik dapat dilihat bahwa pada saat beban 2 kg dengan menggunakan konstanta PI cenderung lebih besar maka nilai *overshoot* akan semakin kecil. Dari hasil tersebut dapat diketahui nilai konstanta PI yang kecil dapat menghasilkan nilai *overshoot* yang kecil. Sedangkan nilai *overshoot* yang tinggi adalah saat menggunakan konstanta PI yang besar. Pemilihan beban juga berpengaruh dalam penggunaan konstanta PI dalam sistem.



Gambar 7. Grafik *Error Steady State*

Pada Gambar 8. Diketahui respon kestabilan sistem berupa *error steady state* tertinggi pada beban 1 kg dengan nilai sebesar 15,24% yaitu pada saat menggunakan konstanta PI dengan $K_p = 1,3$ dan $K_i = 12$. Kestabilan sistem terendah adalah pada beban 4 kg dengan nilai 7,53% ini menggunakan konstanta PI dengan $K_p = 1,3$ dan $K_i = 12$. Sedangkan untuk kestabilan sistem dengan nilai *error steady state* terendah berturut-turut pada kecepatan 2 kg, 3 kg, 4 kg, 5 kg yaitu dengan nilai sebesar 10,14%, 8,33%, 7,40%, dan 7,94%. Dari hasil tersebut dapat diketahui nilai konstanta PI yang kecil cenderung menghasilkan nilai *error steady state* yang besar akan tetapi tergantung pada variasi beban yang diberikan.

4. Consusion

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah di jelaskan pada penelitian ini, maka dapat diambil kesimpulan:

- 1) Variasi beban berpengaruh terhadap parameter kestabilan sistem. Sehingga mempengaruhi kestabilan sistem yang berpengaruh cukup signifikan tetapi tidak terhadap semua parameter, parameter yang berpengaruh cukup signifikan yaitu *error steady state* untuk kontrol arus purwarupa kendaraan listrik.
- 2) Perubahan konstanta K_p dan K_i membuat pengaruh terhadap parameter kestabilan sistem. Tetapi tidak semua parameter berpengaruh signifikan pada parameter kestabilan sistem kontrol arus purwarupa kendaraan listrik.

References

- [1] M. D. Ardiansyah and F. Rohman, "Implementasi Dan Analisis Kendali Kecepatan Motor Bldc 1 Kw Menggunakan Algoritma PID," *J. ELTEK*, vol. 17, no. 2, pp. 81–93, 2019.
- [2] J. Lasmono, A. P. Sari, E. Kuncoro, and I. Mujahidin, "Optimasi Kerja Peluncur Roket Pada Robot Roda Rantai Untuk Menentukan Ketepatan Sudut Tembak," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, 2019, doi: 10.26905/jasiek.v1i1.3149.
- [3] F. Rohman and M. A. N. Huda, "Implementasi Dan Analisis Kendali Kecepatan Pada Motor Bldc 1 Kw Tanpa Beban Menggunakan Algoritma PID," *J. ELTEK*, vol. 17, no. 2, pp. 94–106, 2019.
- [4] E. Endrayana, D. H. S. Wahyuni, N. Nachrowie, and I. Mujahidin, "Variasi Ground Plane Antena Collinear Pada Pemancar Televisi Analog Dengan Frekuensi UHF 442 MHz," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 1, no. 2, pp. 149–156, 2019.
- [5] I Ketut Sukarasa, *Pengaruh Kontrol Pid Pada Motor Dc Dengan Program Simulink*. Bali, 2016.
- [6] A. E. Pambudi, L. Maajid, J. Rohman, and I. Mujahidin, "Aplikasi Penggunaan Joystick Sebagai Pengendalian Remote Control Weapon Station (RCWS) Senjata Mesin Ringan (SMR)," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, 2019, doi: 10.26905/jasiek.v1i2.3515.
- [7] I. Mujahidin, D. A. Prasetya, Nachrowie, S. A. Sena, and P. S. Arinda, "Performance tuning of spade card antenna using mean average loss of backpropagation neural network," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, 2020, doi: 10.14569/ijacsa.2020.0110280.
- [8] S. K. Sugiarto, I. Mujahidin, and A. B. Setiawan, "2, 5 GHz Antena Mikrostrip Polarisasi Circular Model Patch Yin Yang untuk Wireless Sensor," *JEECAE (Journal Electr. Electron. Control. Automot. Eng.)*, vol. 4, no. 2, pp. 297–300, 2019.
- [9] D. F. C. Kusuma, D. A. Prasetya, F. Kholid, and I. Mujahidin, "EVALUASI DATABASE SENJATA UNTUK SISTEM KEAMANAN MENGGUNAKAN FUZZY LOGIC," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, 2019, doi: 10.26905/jasiek.v1i2.3524.
- [10] D. A. Ayubi, D. A. Prasetya, and I. Mujahidin, "Pendeteksi Wajah Secara Real Time pada 2 Degree of Freedom (DOF) Kepala Robot Menggunakan Deep Integral Image Cascade," *CYCLOTRON*, 2020, doi: 10.30651/cl.v3i1.4306.
- [11] T. A. S, A. Rabi', D. Minggu, and I. Mujahidin, "Frequency Hopping Video Real Time Untuk Pengamanan Data Pengintaian Operasi Inteligence TNI," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, 2019, doi: 10.26905/jasiek.v1i1.3146.
- [12] A. Zubair, E. Sonalitha, S. Ratih, B. Nurdewanto, K. Yudhistiro, and I. Mujahidin, "Blackbox Testing Using Fuzzy Clustering Based on Boundary Value Analysis on The Text Opinion Mining Application in Traditional Culture Arts Presentation," 2020, doi: 10.31098/ic-smart.v1i1.21.
- [13] D. A. Prasetya and I. Mujahidin, "2.4 GHz Double Loop Antenna with Hybrid Branch-Line 90-Degree Coupler for Widespread Wireless Sensor," in *2020 10th Electrical Power, Electronics, Communications, Controls and Informatics Seminar (EECCIS)*, Aug. 2020, pp. 298–302, doi: 10.1109/EECCIS49483.2020.9263477.
- [14] E. Sonalitha *et al.*, "Combined text mining: Fuzzy clustering for opinion mining on the traditional culture arts work," *Int. J. Adv. Comput. Sci. Appl.*, 2020, doi: 10.14569/IJACSA.2020.0110838.
- [15] R. Valentino, N. Nachrowie, and W. Dekki, "Rancang Bangun Sistem Penilaian Kesegaran Jasmani A Di Jajaran TNI-AD Berbasis RFID," *JASIEK (Jurnal Apl. Sains, Informasi, Elektron. dan Komputer)*, vol. 2, no. 1, pp. 98–106, 2020.



Syah Hendri Kurniawan lahir di Malang 11 Mei 1997. Penulis menempuh pendidikan D-IV Teknik Otomotif Elektronik di Politeknik Negeri Malang pada tahun 2016 serta lulus pada tahun 2020. Minat penelitian penulis adalah mengenai otomotif serta otomasi elektronik.

Alamat Email: syahhendri33@gmail.com