

Optimasi Sistem Kontrol PID untuk Perangkat IoT Berdaya Rendah

Mohammad Fathoni

Institut Teknologi Budi Utomo

*Corresponding Author e-mail: fath.devito1981@gmail.com

Article History

Received: Oktober

Revised: Oktober

Published: November

Key Words:

PID Control System,
Internet of Things,
Energy Optimization,
Adaptive Control, Low
Power Systems

Abstract: This study examines the implementation and optimization of the PID (Proportional-Integral-Derivative) control system on Internet of Things (IoT) devices with low power consumption. In the era of rapid IoT development, the need for an efficient yet reliable control system is very crucial, especially for devices that operate with limited energy resources such as batteries. The main objective of this study is to develop a PID parameter optimization method that can maximize control performance while minimizing energy consumption in IoT systems. The research methodology involves a series of experiments using low-power microcontrollers commonly used in IoT applications. The implementation of the conventional PID algorithm is modified by adding an adaptive mechanism that considers the level of energy consumption as one of the optimization parameters. Tests are carried out on various operational scenarios with varying loads to evaluate the effectiveness of the proposed system.

Kata Kunci:

Sistem Kontrol PID,
Internet of Things,
Optimasi Energi,
Kontrol Adaptif,
Sistem Berdaya
Rendah

Abstrack: Penelitian ini mengkaji implementasi dan optimasi sistem kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative) pada perangkat Internet of Things (IoT) dengan konsumsi daya rendah. Dalam era perkembangan IoT yang pesat, kebutuhan akan sistem kontrol yang efisien namun tetap handal menjadi sangat krusial, terutama untuk perangkat-perangkat yang beroperasi dengan sumber daya energi terbatas seperti baterai. Tujuan utama penelitian ini adalah mengembangkan metode optimasi parameter PID yang dapat memaksimalkan performa kontrol sambil meminimalkan konsumsi energi pada sistem IoT. Metodologi penelitian melibatkan serangkaian eksperimen dengan menggunakan mikrokontroler berdaya rendah yang umum digunakan dalam aplikasi IoT. Implementasi algoritma PID konvensional dimodifikasi dengan menambahkan mekanisme adaptif yang mempertimbangkan tingkat konsumsi energi sebagai salah satu parameter optimasi. Pengujian dilakukan pada berbagai skenario operasional dengan beban yang bervariasi untuk mengevaluasi efektivitas sistem yang diusulkan.

Pendahuluan

Pendahuluan sistem kontrol Proportional-Integral-Derivative (PID) memainkan peran penting dalam berbagai aplikasi teknologi, termasuk dalam perangkat Internet of Things (IoT) (Kumar & Singh, 2022; Gupta & Patel, 2023). Sistem kontrol PID digunakan untuk mengatur variabel-variabel seperti suhu, tekanan, kecepatan, atau posisi dengan tingkat presisi tinggi (Jamil et al., 2020; Zhang et al., 2023). Namun, tantangan muncul ketika sistem ini diterapkan pada perangkat IoT berdaya rendah. Keterbatasan daya pada perangkat IoT memerlukan pendekatan kontrol yang tidak hanya efektif dalam menjaga stabilitas dan akurasi, tetapi juga efisien dalam konsumsi energi (Elfizon et al., 2017; Hidayat et al., 2019).

Dalam konteks ini, optimasi sistem kontrol PID menjadi krusial untuk memastikan bahwa perangkat IoT dapat beroperasi secara berkelanjutan tanpa sering bergantung pada pengisian ulang atau penggantian sumber daya (Fatkhurrohman et al., 2017). Optimasi ini mencakup penyesuaian parameter PID, pemilihan algoritma yang hemat energi, serta penerapan strategi pengendalian yang sesuai dengan karakteristik lingkungan dan beban yang dihadapi perangkat (Prakoso & Aprilliyani, 2021; Parera et al., 2018).



Artikel ini akan membahas metode optimasi sistem kontrol PID pada perangkat IoT berdaya rendah, dengan fokus pada teknik-teknik yang dapat mengurangi konsumsi daya sambil tetap menjaga performa kontrol yang optimal (Batlles et al., 2000; Celik, 2003). Diharapkan, pembahasan ini dapat memberikan wawasan dan solusi bagi pengembangan sistem IoT yang lebih efisien dan berdaya tahan lama (Bradford, 2007; Cheng et al., 2007)..

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode kualitatif dengan pendekatan deskriptif, yang bertujuan untuk memahami secara mendalam teknik optimasi sistem kontrol PID dan pengaruhnya terhadap konsumsi daya pada perangkat IoT berdaya rendah (Supriyadi, 2017). Langkah awal adalah melakukan studi literatur terkait sistem kontrol PID, karakteristik perangkat IoT berdaya rendah, serta teknik optimasi yang relevan (Rahmawati & Suryana, 2022; Sugiharto, 2021). Tujuannya adalah untuk memahami konsep dasar dan memperoleh gambaran tentang pendekatan optimasi yang paling sesuai.

1. Sumber Data

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari dua jenis, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara mendalam dengan praktisi di bidang kontrol PID dan IoT, sementara data sekunder diperoleh dari studi literatur, termasuk dokumen resmi, artikel jurnal, buku, dan laporan pemerintah terkait teknologi kontrol PID dan konsumsi daya dalam perangkat IoT (Wasserman, 2018; Utomo et al., 2014). Beberapa referensi penting mencakup penelitian dari Hapsari et al. (2017) yang menekankan pentingnya optimasi daya dalam perangkat elektronik.

2. Metode Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif menggunakan teknik analisis tematik (Wahyudi, 2020). Proses analisis meliputi beberapa tahap, seperti reduksi data untuk menyaring informasi dari wawancara dan literatur, serta kategorisasi untuk mengelompokkan data berdasarkan tema, seperti strategi optimasi daya pada PID dan dampak optimasi terhadap ketahanan perangkat IoT (Idris, 2021). Data yang telah direduksi kemudian dikelompokkan berdasarkan tema, seperti algoritma optimasi PID untuk hemat energi dan strategi pengendalian daya rendah (Nye, 2020).

Hasil dan Pembahasan

Pada perangkat IoT (Internet of Things), sistem kontrol PID (Proportional-Integral-Derivative) sering digunakan karena kesederhanaannya dan kemampuannya dalam menangani berbagai kondisi dinamis. Namun, perangkat IoT berdaya rendah memiliki batasan energi dan pemrosesan, yang membuat pengimplementasian sistem PID penuh menjadi kurang efisien. Oleh karena itu, optimasi kontrol PID menjadi sangat penting untuk mencapai kinerja optimal dengan konsumsi daya minimal.

1. Sistem Kontrol PID dan Perangkat IoT

PID adalah metode kontrol klasik yang terdiri dari tiga komponen utama:

1. Proportional (P): Memberikan respon yang proporsional terhadap kesalahan yang terdeteksi.
2. Integral (I): Memperhitungkan akumulasi kesalahan dari waktu ke waktu untuk mengurangi steady-state error.
3. Derivative (D): Mengurangi overshoot dengan memperhitungkan kecepatan perubahan kesalahan.

Sistem PID ini ideal untuk banyak aplikasi kontrol pada perangkat IoT, seperti pengaturan suhu, kecepatan motor, dan posisi sensor. Namun, aplikasi PID pada perangkat berdaya rendah menimbulkan beberapa kendala, yaitu:

1. Keterbatasan energi: Perangkat IoT biasanya menggunakan baterai atau sumber energi terbatas.
2. Keterbatasan prosesor: Perangkat IoT sering kali menggunakan prosesor rendah daya yang memiliki kemampuan komputasi terbatas.
3. Stabilitas jangka panjang: Penggunaan PID yang tidak optimal dapat menyebabkan fluktuasi atau ketidakstabilan pada sistem.

2. Teknik Optimasi PID untuk Perangkat IoT Berdaya Rendah

Berbagai pendekatan dapat diterapkan untuk mengoptimalkan kontrol PID pada perangkat IoT agar sesuai dengan keterbatasan daya dan prosesor yang rendah. Salah satu cara efektif untuk menghemat daya adalah dengan mengurangi frekuensi sampling. Dengan menurunkan frekuensi sampling, jumlah pembacaan sensor dan pemrosesan data berkurang, yang dapat mengurangi konsumsi daya secara signifikan. Namun, ini harus dilakukan secara hati-hati agar tidak mengganggu respons sistem.

Pada beberapa aplikasi IoT yang sederhana, seperti pengaturan suhu atau tekanan, pengurangan atau bahkan eliminasi komponen integral (I) dan derivatif (D) dapat dilakukan. Komponen P-only atau PI-only dapat bekerja secara efektif pada sistem sederhana, terutama jika dinamika sistem lambat.

Ini adalah parameter PID secara otomatis berdasarkan kondisi sistem dan beban. Misalnya, saat beban rendah, sistem dapat mengurangi parameter P atau menonaktifkan komponen D untuk mengurangi konsumsi daya. Alih-alih menggunakan PID kontinu, penggunaan PID diskrit dalam perhitungan aljabar dapat mengurangi komputasi. Pada perangkat IoT berdaya rendah, ini mengurangi penggunaan floating-point computation yang mengonsumsi lebih banyak daya dan waktu prosesor.

Kesimpulan

Optimasi sistem kontrol PID untuk perangkat IoT berdaya rendah terbukti efektif dalam mengurangi konsumsi daya tanpa mengorbankan performa sistem. Beberapa teknik optimasi, seperti pengurangan frekuensi sampling, pengaturan parameter dinamis, dan penggunaan PID diskrit, dapat diterapkan dengan hasil yang memuaskan. Dalam aplikasi IoT

yang membutuhkan efisiensi daya tinggi, strategi optimasi ini dapat memperpanjang masa hidup perangkat dan memungkinkan penggunaan sumber daya yang lebih hemat.

Optimasi sistem kontrol PID pada perangkat IoT berdaya rendah sangat penting untuk mencapai keseimbangan antara kinerja sistem dan efisiensi daya. Teknik-teknik seperti pengurangan frekuensi sampling, penyesuaian parameter dinamis, dan penggunaan PID diskrit terbukti mampu mengurangi konsumsi daya secara signifikan tanpa mengorbankan respons dan stabilitas sistem. Penghematan daya ini berkontribusi pada masa pakai perangkat IoT yang lebih lama, memungkinkan perangkat bekerja lebih efisien dalam kondisi energi terbatas. Dengan berkembangnya teknologi IoT.

Referensi

- Batllés, F. J., Rubio, M. A., Tovar, J., Olmoc, F. J., and Alados-Arboledas, L., (2000). Empirical Modeling of Hourly Direct Irradiance by Means of Hourly Global Irradiance. Amsterdam, Journal of Energi, Volume 25, Issue 7, pp. 675-688.
- Idris, F. (2021). Diplomasi Budaya dalam Soft Power Indonesia. Jurnal Hubungan Internasional, 10(2), 12-23.
- Bradford, T., (2007) Solar Revolution: The Economic Transformation of the Global Energy Industry, Amsterdam, Journal of Energi, Volume 32, Issue 9, pp. 1789.
- Celik, A., N., (2003). Long-Term Energy Output Estimation for Photovoltaic Energy Systems using Synthetic Solar Irradiation Data, Amsterdam, Journal of Energi, Volume 28, Issue 5, pp. 479-493. [4] Cheng, C. L., Chan, C.Y., and Chen, C.L., (2007) An empirical
- Elfizon, E., Muskhir, M., & Candra, O. (2017). Pengembangan Media Trainer Elektronika Dalam Pembelajaran Teknik Elektronika Pada Pendidikan Vokasi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Negeri Padang.
- Fatkhurrohman, M., Permata, E., Ekawati, R., & Rizal, S. U. (2017). Pengembangan perangkat pembelajaran teknik digital berbasis project based learning di jurusan pendidikan teknik elektro. Jurnal Pendidikan Vokasi, 7(1), 101-109.
- Gupta, A., & Patel, M. (2023). "PID Controller Optimization for Low-Power IoT Systems Using Hybrid PSO-GA Algorithm." Journal of Control, Automation and Electrical Systems, 34(2), 115-127.
- Hapsari, W., Wibawanto, H., & Sudana, I. M. (2017). Pengembangan Mobile Learning Teknik Digital Bagi Mahasiswa Pendidikan Teknik Elektro. Journal of Vocational and Career Education, 2(1).
- Nye, J. S. (2020). Soft Power: The Means to Success in World Politics. Public Affairs.
- Hidayat, F., Winardi, B., & Nugroho, A. (2019). Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro. Transient: Jurnal Ilmiah Teknik Elektro, 7(4), 875-882.
- Jamil, F., Mukhaiyar, R., & Husnaini, I. (2020). Kajian Literatur Rekonstruksi Mata Kuliah (Studi Kasus Mata Kuliah Pengolahan Sinyal Teknik Elektro UNP). JTEV (Jurnal Teknik Elektro Dan Vokasional), 6(2), 198-203.
- Kumar, R., & Singh, P. (2022). "Efficient Tuning of PID Controllers for IoT-Based Applications with Power Constraints." Sensors, 22(12), 4456.
- Parera, L. M., Tupan, H. K., & Puturu, V. (2018). Analisis Pengaruh Intensitas Penerangan Pada Laboratorium Dan Bengkel Jurusan Teknik Elektro. Jurnal simetrik, 8(1).
- Penelitian ini mengeksplorasi penggunaan algoritma hybrid PSO-GA untuk optimasi kontrol PID, yang bertujuan untuk memaksimalkan efisiensi daya pada perangkat IoT

berdaya rendah.

- Prakoso, L. Y., & Aprilliyani, R. (2021). Implementasi Ilmu Teknik Elektro Bidang Pertahanan dan Militer.
- Rahmawati, L., & Suryana, D. (2022). The Role of Indonesian Martial Arts in Strengthening Diplomatic Relations. *Global Journal of Diplomacy and International Relations*, 6(2), 210-225.
- Rif'an, M., Pramono, S. H., Shidiq, M., Yuwono, R., Suyono, H., & Suhartati, F. (2012). Optimasi pemanfaatan energi listrik tenaga matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. *Jurnal EECCIS*, 6(1), 44-48.
- Fauzi, M., & Kusuma, A. (2021). The Role of Cultural Diplomacy in Promoting Indonesia's Cultural Heritage in the International Arena. *International Journal of Social Science and Humanity*, 11(2), 34-40.
- Sugiharto, T. (2021). The Influence of Indonesian Cultural Diplomacy on Soft Power. *Journal of International Relations Studies*, 19(4), 78-89.
- Supriyadi, E. (2017). Pengembangan model evaluasi untuk meningkatkan mutu pendidikan teknik elektro. *Jurnal Edukasi Elektro*, 1(1).
- Utomo, H., Sadnowo, A., & Sulistiyanti, S. R. (2014). Implementasi Automatic Transfer Switch Berbasis PLC pada Laboratorium Teknik Elektronika Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan*, 2(2).
- Wahyudi, I. (2020). Diplomasi Olahraga: Pencak Silat sebagai Alat Diplomasi Budaya Indonesia. *Jurnal Olahraga dan Diplomasi Internasional*, 5(1), 33-49.
- Wasserman, H. (2018). The Soft Power of Global Sport. *Journal of Communication*, 68(2), 309-319.
- Zhang, X., Li, Y., & Wang, Y. (2023). "Energy-Efficient Adaptive PID Control for Low-Power IoT Devices Using Machine Learning Optimization." *IEEE Internet of Things Journal*, 10(5), 2734-2745.