

Kendali Tegangan *Output Buck Converter* Berbasis *Fuzzy Mamdani*

Putri Ulandari^{1*}, Muldi Yuhendri¹

¹ Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering, Universitas Negeri Padang, Indonesia

*Corresponding Author, email : putriwulandati69@gmail.com

Received 2024-06-26; Revised 2024-07-23; Accepted 2024-08-27

Abstract

The source of energy used in everyday equipment is electrical energy. Starting from a small scale from household needs to a large scale as an energy source for industry, there are two types of voltage commonly used for various purposes, namely alternating voltage or also known as alternating current (AC) and direct voltage or direct current (DC). To get a DC voltage that is in accordance with the voltage standards required by the equipment, a voltage source is needed that can produce a voltage that varies the equipment is to use a converter then the output voltage needs to be controlled. Controlling the output voltage at the buck converter using the Mamdani fuzzy method. This control system is designed and implemented on the Arduino Mega 2560 platform which is programmed using Simulink Matlab. Mamdani fuzzy method is used to determine the duty cycle based on the rules in the rule base, which consists of five membership functions. The proposed system is tested and verified through experiments with an input voltage of 24 Volts and an output voltage varying from 6, 9 Volts to a maximum of 12 Volts. The experimental results show that the buck converter output voltage control system using Mamdani fuzzy successfully controls the buck converter output voltage according to the specified reference value. This can be seen from the resulting output voltage error, with a maximum of only 2 % when the reference voltage is at 12 Volts.

Keywords: Fuzzy Mamdani, Buck Converter, Voltage Control, Arduino, Matlab

1. Introduction

Sumber energi yang digunakan dalam peralatan sehari-hari yaitu energi listrik. Mulai dari skala kecil dari kebutuhan rumah tangga hingga skala besar sebagai sumber energi bagi industri, ada dua jenis tegangan yang biasa digunakan untuk berbagai keperluan, yaitu tegangan bolak-balik atau disebut juga dengan alternating current (AC) dan tegangan searah atau direct current (DC)[1][2]. Alat-alat listrik yang menggunakan tegangan arus searah memiliki standar nilai yang beragam, termasuk 1,5 Volt, 3 Volt, 4,5 Volt, 6 Volt, 9 Volt, 12 Volt, 60 Volt, dan lain sebagainya [3]. Untuk mendapatkan tegangan DC yang sesuai dengan standar tegangan yang dibutuhkan oleh peralatan, maka dibutuhkan sumber tegangan yang dapat menghasilkan tegangan yang bervariasi sesuai dengan standar tegangan dari peralatan tersebut. Salah satu cara untuk mendapatkan tegangan DC yang bervariasi sesuai dengan standar tegangan yang dibutuhkan oleh peralatan tersebut adalah dengan menggunakan konverter DC-DC [4][5].

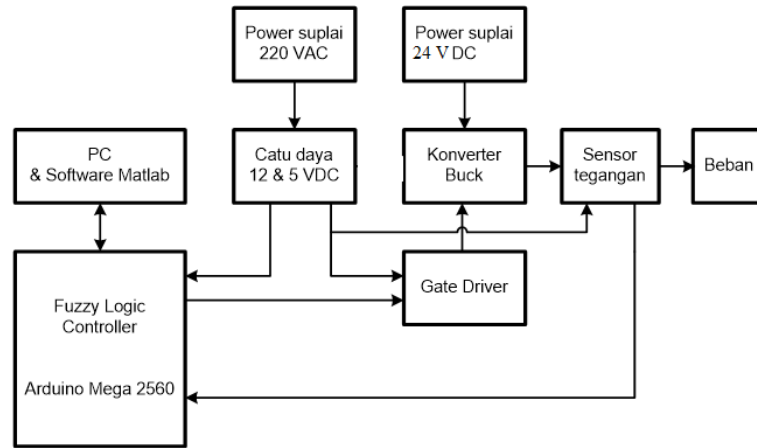
Konverter ini menggunakan sebuah saklar (biasanya transistor) yang dioperasikan dengan metode saklaran *on-off* secara teratur. Berbagai teknik kontrol telah digunakan untuk meningkatkan kinerja buck converter, termasuk penggunaan beragam jenis controller [6]. Buck converter adalah jenis konverter DC-DC bagian yang menurunkan tegangan dimana akan menghasilkan nilai tegangan input lebih besar dari pada nilai tegangan outputnya,

nilai tegangan output dapat diatur untuk lebih kecil daripada nilai tegangan input-nya dengan mengatur menggunakan Duty cycle (PWM)[7] [8]. Buck converter adalah jenis konverter DC-DC bagian yang menurunkan tegangan dari *input* ke *output*. Ini termasuk dalam kelompok pasokan daya mode sakelar dan terdiri dari dua semikonduktor serta satu elemen penyimpan energi, yang bisa berupa kapasitor, induktor, atau kombinasinya sehingga, rangkaian dapat menghasilkan fluktuasi tegangan yang minim [6]. Operasi *buck converter* melibatkan pengaturan arus melalui induktor menggunakan dua sakelar. Penggunaan sakelar dan dioda memiliki keuntungan utama dalam menurunkan tegangan hingga nol saat sakelar aktif dan mengurangi aliran arus saat sakelar non-aktif, sehingga mengurangi kerugian daya[9]. Untuk mendapatkan tegangan *output* yang sesuai dengan yang diinginkan, maka *buck converter* perlu dikendalikan[7]-[10].

Beragam metode kendali yang telah diterapkan untuk pengaturan tegangan buck converter. seperti penggunaan metode *controller*, *Kontroller PID*, *Fuzzy logic* tipe Sugeno dan sebagainya[11][12]. Setiap metode mempunyai kelebihan dan kekurangan, metode fuzzy dapat memberikan respon yang lebih baik daripada metode PI (proporsional integral) [13] [14] [15]. *Controller* PI memiliki kelebihan mudah dalam implementasi tapi kurang handal dalam menghadapi dinamika perubahan beban, sebaliknya metode-metode berbasis kecerdasan buatan dapat meningkatkan kehandalan sistem dalam menghadapi dinamika perubahan beban[11]. Fuzzy Mamdani menggunakan fungsi keanggotaan *fuzzy* untuk menggambarkan *output* secara linguistik, Mamdani lebih menangani *input* yang tidak pasti dengan cara yang lebih adaptif sehingga dapat menyesuaikan dengan keadaan *input* yang selalu mengalami perubahan, dan responsif, terutama dalam situasi dimana aturan-aturan logika konvensional kurang memadai. Diharapkan metode mamdani akan memunculkan respons tegangan *output* yang lebih unggul[16]. Pengaturan kendali tegangan *output* pada *buck converter* akan dilakukan menggunakan Arduino Atmega 2560. Spesifikasi *buck converter* dirancang untuk menerima *input* hingga 24 Volt dengan daya maksimal mencapai 150 Watt.

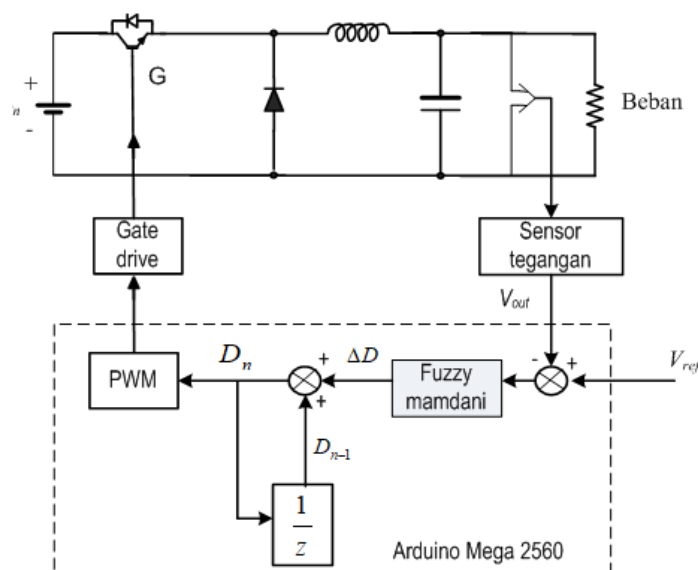
2. Materials and methods

Blok diagram dibawah ini menunjukkan bahwa sistem kendali tegangan *output buck converter* menggunakan metode *fuzzy mamdani* yang dikontrol dengan Arduino Mega 2560 ditunjukkan dalam penelitian ini. Pengendalian untuk sistem kendali diterapkan di board arduino mega 2560 yang berfungsi sebagai kontrol dan pengolah data rangkaian konverter buck, rangkaian driver gate yang menghubungkan pin PWM Arduino dengan pin gate semikonduktor pada konverter, serta rangkaian catu daya dengan tegangan DC 12 dan 5 volt yang menyediakan suplai tegangan untuk Arduino, driver gate, dan beban Sistem ini juga dilengkapi dengan sensor arus dan tegangan untuk mengumpulkan data mengenai tegangan dan arus output inverter yang akan dikendalikan. Data tegangan dari sensor ini digunakan sebagai sinyal umpan balik dalam sistem kendali untuk mengatur tegangan keluaran konverter. Arduino Mega 2560 yang digunakan dalam sistem ini memiliki pin input analog untuk sensor tegangan dan arus, serta pin PWM untuk modulasi pulsa pada buck converter. Arduino Mega 2560 akan diprogram menggunakan software MATLAB. Model fuzzy Mamdani dibuat menggunakan Fuzzy Logic Toolbox yang tersedia di MATLAB. Fuzzy Logic Toolbox ini kompatibel dengan Simulink MATLAB, yang digunakan sebagai platform untuk mengembangkan sistem kendali. Selain itu, Simulink MATLAB juga berfungsi untuk menampilkan data yang diinginkan, seperti data tegangan dari sensor. Dalam bentuk angka atau grafik menggunakan blok-blok yang tersedia dalam library Simulink MATLAB. Untuk menghubungkan Arduino dengan Simulink MATLAB, ditambahkan fitur Simulink support for arduino hardware pada software MATLAB tersebut.

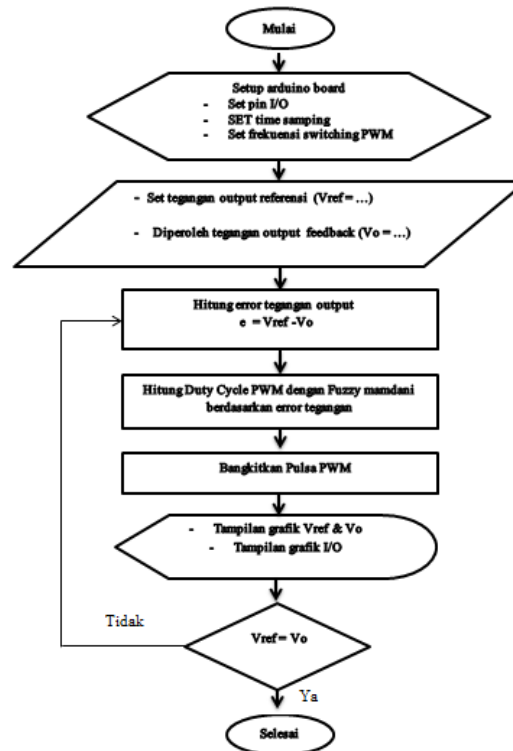


Gambar 1. Diagram Blok

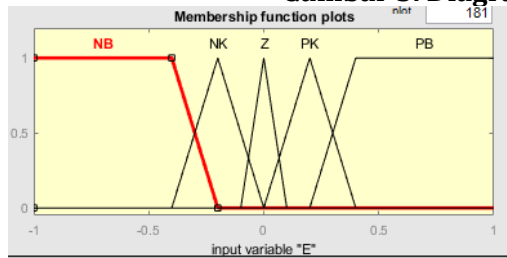
Pengaturan tegangan *output buck converter* berbasis *Fuzzy mamdani* dilakukan dengan mengatur pulsa modulasi switch konverter melalui pengaturan *duty cycle* dari PWM yang akan memodulasi *switch* konverter. Proses pengaturan tegangan *output buck converter* dengan *fuzzy mamdani* ditunjukkan oleh diagram alir pada Gambar. Dalam sistem kendali ini, *fuzzy Mamdani* digunakan untuk menentukan nilai *duty cycle* PWM berdasarkan error tegangan output, dimana nilai *error* tegangan tersebut diperoleh dari perbandingan antara nilai tegangan referensi dengan nilai feedback tegangan dari sensor tegangan, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Gambar 2 menunjukkan bahwa *Fuzzy mamdani* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki satu *input* yaitu *error* tegangan *output buck converter* dan satu *output* yaitu nilai *duty cycle* (*D*) untuk pulsa PWM. *Fuzzy Mamdani* menentukan nilai *duty cycle* (*D*) berdasarkan nilai *error* tegangan. Proses penentuan nilai *output* pada *fuzzy Mamdani* melalui tiga tahapan, yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. *Fuzzy Mamdani* yang dibuat dalam penelitian ini memiliki satu *input*, yaitu *error* tegangan *buck converter*. *Error* tegangan *output buck converter* ini dipresentasikan dengan lima fungsi keanggotaan *fuzzy* yang terdiri dari tiga fungsi keanggotaan berbentuk segitiga dan dua fungsi keanggotaan berbentuk trapesium, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 4.



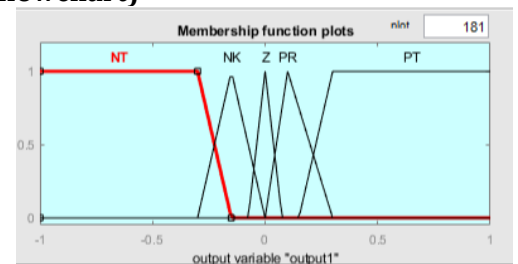
Gambar 2. Blok Sistem Kendali Buck Converter



Gambar 3. Diagram alir (flowchart)



Gambar 4. fungsi keanggotaan input



Gambar 5. fungsi keanggotaan output

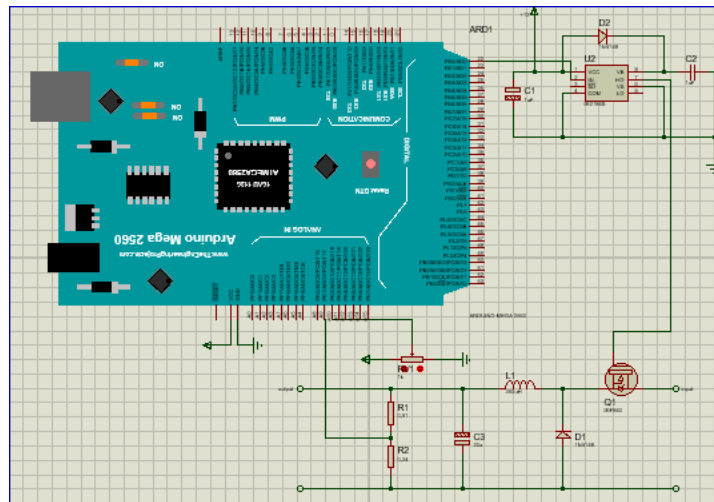
Pada gambar 5 Fungsi keanggotaan dalam sistem *Fuzzy Mamdani* mencakup pemilihan dan penyesuaian bentuk fungsi keanggotaan, proses fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi. Setiap tahap memegang peran penting dalam memastikan bahwa sistem fuzzy dapat menghasilkan *output* yang akurat dan sesuai dengan kebutuhan spesifik dari aplikasi yang digunakan Selanjutnya, Pada gambar 6 dalam proses inferensi, nilai *output* ditentukan berdasarkan basis aturan *fuzzy* yang ada lima fungsi keanggotaan telah didefinisikan dalam basis aturan *fuzzy* untuk *fuzzy Mamdani*. Ini mungkin meliputi fungsi keanggotaan untuk variabel *input* dan *output* seperti *error* tegangan dan perubahan *duty cycle*. Nilai *duty cycle* tersebut dihasilkan dari proses defuzzifikasi akan digunakan untuk mengontrol PWM pada pin PWM pada Arduino Mega 2560. Ini akan menghasilkan sinyal PWM dengan pulsa yang bervariasi, sesuai dengan nilai yang dihasilkan oleh sistem *Fuzzy Mamdani*.

Tabel 1. Rule Base FLC

<i>Input</i>	NB	NK	Z	PK	PB
<i>Output</i>	NT	NK	Z	PR	PT

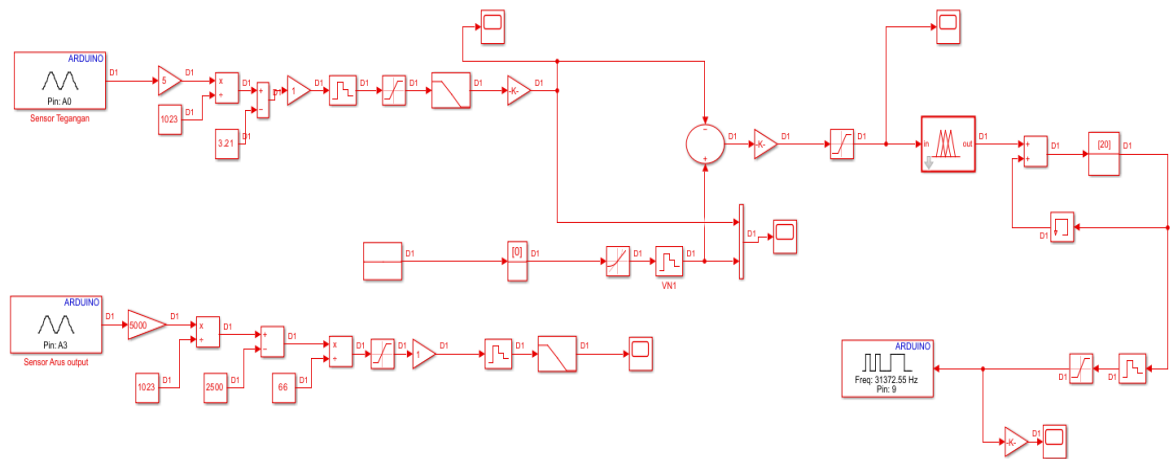
Pada tabel aturan di atas, memiliki beberapa aturan *fuzzy*. jika *error* tegangan adalah "NB" maka perubahan *duty cycle* yang dihasilkan "NT". Proses inferensi kemudian

menggabungkan aturan-aturan ini untuk menghasilkan *output fuzzy* yang kemudian difuzzifikasi untuk mendapatkan nilai perubahan *duty cycle* yang akurat. Pulsa PWM yang dihasilkan oleh pin Arduino digunakan untuk memodulasi saklar *buck converter*, dengan bantuan rangkaian gate drive untuk memperkuat sinyal tersebut. Dalam penelitian ini, rangkaian gate drive menggunakan IC IR2110, sementara saklar daya semikonduktor yang digunakan untuk buck converter adalah MOSFET, seperti yang ditunjukkan pada skema rangkaian perangkat keras di Gambar 5. Pin PWM berfungsi sebagai konektor untuk menghasilkan pulsa PWM yang kemudian disalurkan ke rangkaian gate drive.



Gambar 6. Skema rangkaian sistem buck converter dengan arduino

Arduino Mega 2560 yang berfungsi sebagai pengontrol diprogram menggunakan Simulink Matlab. Program ini merupakan sistem kendali *buck converter* yang menggunakan metode fuzzy Mamdani. Gambar 5 menampilkan blok diagram dari program sistem kendali *buck converter* berbasis fuzzy Mamdani yang dibuat dalam Simulink Matlab.



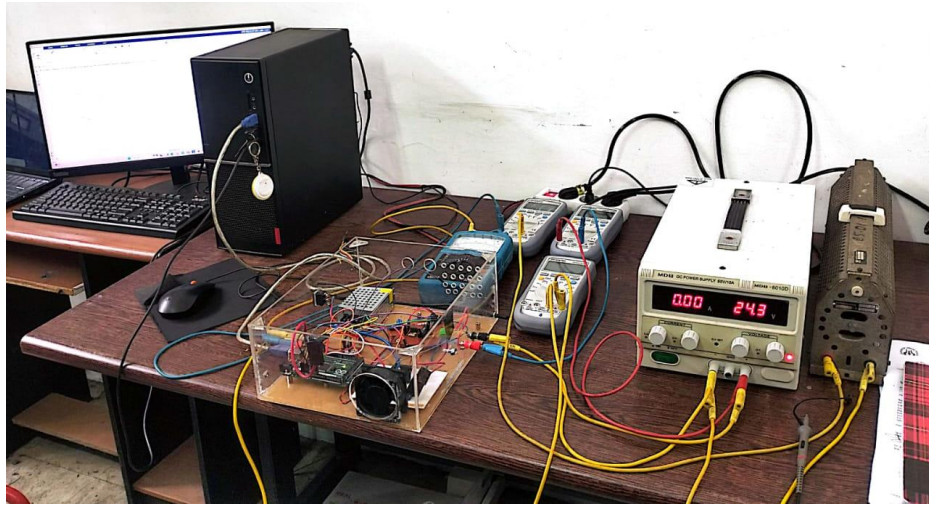
Gambar 7. Program sistem kendali buck converter berbasis fuzzy mamdani dengan simulink Matlab

Dalam program yang dibuat menggunakan Simulink Matlab dengan menggunakan Arduino Mega 2560, program tersebut dirancang di toolbox simulink matlab terdapat 2 pin input analog untuk sensor arus satu blok pin *input* untuk membaca tegangan dan satu blok pin *output* untuk menghasilkan pulsa PWM. Keluaran dari pin input analog divalidasi untuk mendapatkan nilai arus dan tegangan yang sesuai dengan nilai sebenarnya, kemudian ditambahkan *filter low-pass* untuk memperoleh sinyal tegangan dan arus yang lebih presisi. Nilai tegangan referensi dibuat dari blok konstanta dalam Simulink. Selanjutnya, nilai

© The Author(s)
Published by Universitas Negeri Padang
This is an open-access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

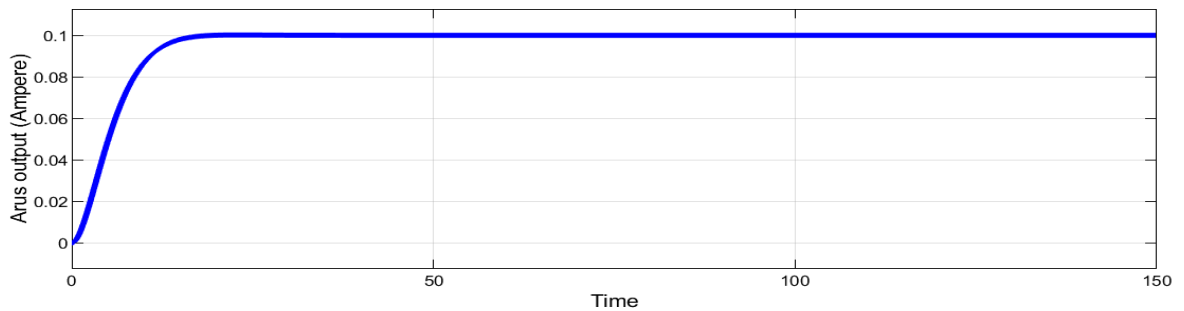
tegangan referensi ini dibandingkan dengan nilai tegangan keluaran dari konverter, dan error yang dihasilkan digunakan sebagai input untuk kendali Fuzzy Mamdani [2].

3. Results and discussion

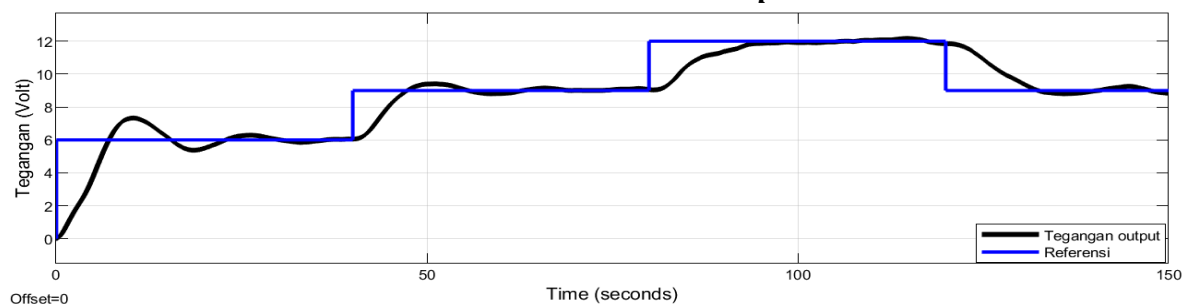


Gambar 8. Instalasi Hardware Pengujian buck converter

1. Pengujian beban kosntan dengan tegangan bervariasi

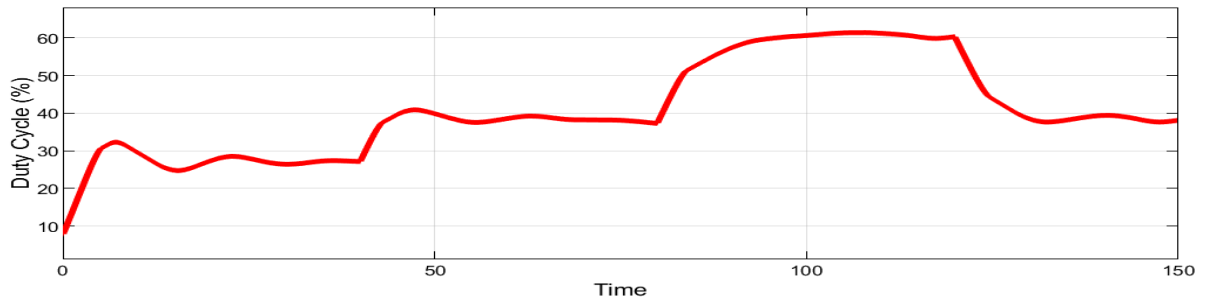


Gambar 9. Grafik arus output



Gambar 10. Grafik tegangan output bervariasi 6, 9 12, dan 9V

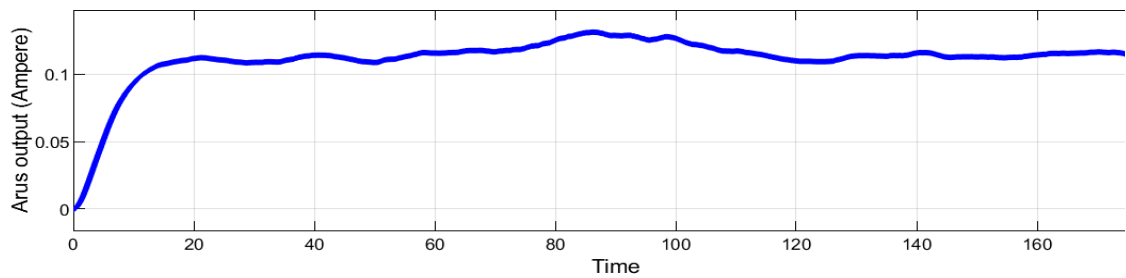
© The Author(s)
Published by Universitas Negeri Padang
This is an open-access article under the: <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



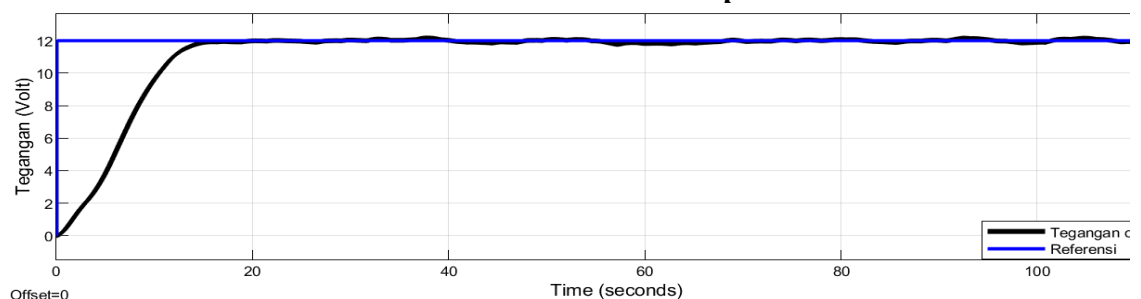
Gambar 11. Grafik *Duty cycle*

Gambar 9 menunjukkan grafik arus beban ketika tegangan referensi diatur pada 6, 9, 12, dan 9 Volt. Pada kondisi awal, arus beban sebesar 0,35 Ampere, lalu pada waktu 114 detik arus beban dinaikkan menjadi 1 Ampere. Gambar 10 menunjukkan grafik tegangan keluaran konverter yang sama dengan tegangan referensi. Ini menunjukkan bahwa sistem kendali tegangan keluaran buck converter berbasis fuzzy mamdani berhasil mengendalikan tegangan keluaran sesuai dengan tegangan referensi. Hasil ini juga menunjukkan bahwa sistem kendali tegangan buck converter berbasis fuzzy mamdani berhasil mengendalikan tegangan sesuai dengan set point referensi meskipun beban berubah-ubah. Pada konverter yang tidak dikendalikan, tegangan keluaran akan turun jika beban dinaikkan. Sebaliknya, dengan sistem kendali tegangan keluaran berbasis fuzzy Mamdani, tegangan output dapat dipertahankan pada nilai referensi. Hasil yang sama juga terlihat ketika tegangan referensi dinaikkan menjadi 12 Volt, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 10, dimana tegangan keluaran tetap konstan sebesar 12 Volt sesuai nilai referensi walaupun beban dinaikkan dari 0,35 Ampere menjadi 1 Ampere pada waktu 90 detik. Pengujian tegangan konstan beban bervariasi. Gambar 12 menunjukkan bahwa grafik duty cycle dapat mempertahankan tegangan output yang konstan meskipun beban tetap [14].

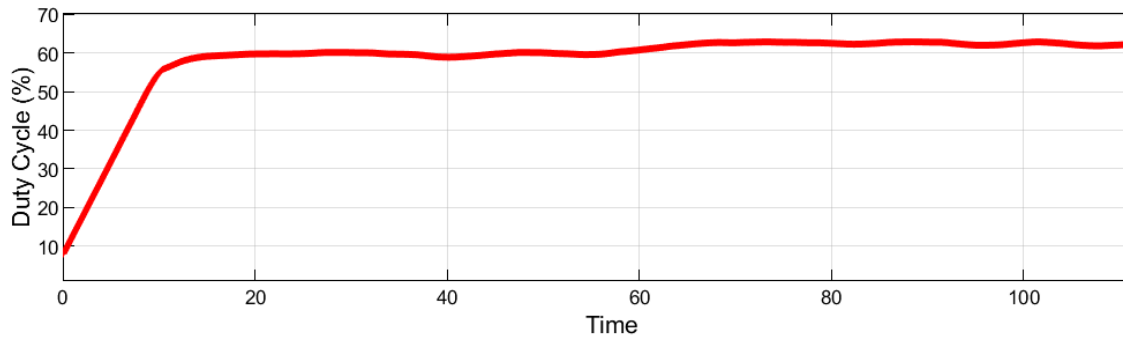
2. Pengujian beban bervariasi dengan tegangan konstan



Gambar 12. Grafik arus output



Gambar 13. Grafik tegangan output konstan 12V

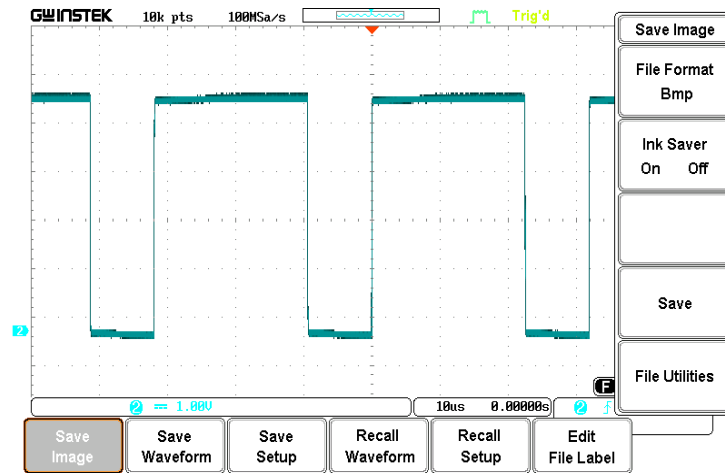


Gambar 14. Grafik *Duty cycle*

Gambar 12 menunjukkan grafik arus beban ketika tegangan referensi diatur konstan pada 12 Volt. Pada kondisi awal, arus beban sebesar 0,35 Ampere, lalu pada waktu 90 detik arus beban dinaikkan menjadi 1 Ampere. Gambar 13 menunjukkan grafik tegangan *output buck converter* yang sama dengan tegangan referensi. Ini menunjukkan bahwa sistem kendali tegangan *output buck converter* berbasis *fuzzy mamdani* berhasil mengendalikan tegangan *output* sesuai dengan tegangan referensi. Hasil ini juga menunjukkan bahwa sistem kendali tegangan *output buck converter* berbasis *fuzzy mamdani* berhasil mengendalikan tegangan sesuai dengan *set point* referensi meskipun beban berubah-ubah dengan tegangan konstan.

Pada konverter yang tidak dikendalikan, tegangan *output* akan turun jika beban dinaikkan. Sebaliknya, dengan sistem kendali tegangan *output* berbasis *fuzzy mamdani*, tegangan *output* dapat dipertahankan pada nilai referensi. Hasil yang sama juga terlihat ketika tegangan referensi konstan 12 Volt, seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 13 dimana tegangan keluaran tetap konstan sebesar 12 Volt sesuai nilai referensi walaupun beban dinaikkan dari 0,35 Ampere menjadi 1 Ampere pada waktu 90 detik. Pengujian tegangan konstan beban bervariasi. Gambar 14 menunjukkan bahwa grafik *duty cycle* dapat mempertahankan tegangan *output* yang konstan meskipun beban bervariasi. Untuk nilai *duty cycle* yang digunakan mencapai 60% dengan tegangan referensi yang konstan 12 Volt, kemudian memastikan hasil tegangan *output* sesuai dengan nilai *duty cycle* terdapat pada gambar 14 yang membuktikan bahwa nilai tegangan *output* berbanding lurus dengan nilai *duty cycle*, semua nilai stabil sama dengan *duty cycle* meskipun beban berubah-ubah.

Sistem kendali tegangan *output buck converter* berbasis *fuzzy Mamdani* menunjukkan performa yang sangat baik dalam kondisi transien. Kemampuan untuk mencapai tegangan referensi dalam waktu kurang dari 1 detik setelah terjadi perubahan mendadak menunjukkan respon cepat dan efektif kemudian tegangannya stabil. Untuk menentukan nilai PWM (*Pulse Width Modulation*), teknik ini digunakan untuk mengatur lebar pulsa dalam satu periode sinyal, menghasilkan tingkat tegangan rata-rata yang dapat diubah-ubah. PWM memungkinkan kontrol daya yang efektif dengan memvariasikan *duty cycle* antara 0% hingga 100%, sementara frekuensi gelombang tetap konstan. Hasil pengujian nilai *duty cycle* dapat dilihat pada Gambar 15 dibawah ini.



Gambar 15. Duty cycle

4. Conclusion

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem kendali tegangan *output* pada *buck converter* menggunakan metode *fuzzy Mamdani*, dengan platform Arduino Mega 2560 yang diprogram melalui Simulink Matlab. Sistem kendali ini memanfaatkan lima fungsi keanggotaan dalam rule base untuk menentukan nilai *duty cycle* yang dihasilkan melalui proses inferensi dan defuzzifikasi. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa sistem kendali ini mampu mengatur tegangan *output buck converter* sesuai dengan nilai referensinya, dengan *error* tegangan maksimum hanya sebesar 0,02 volt pada tegangan referensi 12 Volt. Keberhasilan ini menunjukkan bahwa metode *fuzzy Mamdani* efektif dalam meningkatkan stabilitas dan efisiensi konversi daya pada *buck converter*, membuatnya menjadi solusi yang andal untuk aplikasi kendali tegangan *output*

References

- [1] R. A. Igam, A. Lomi, And A. U. Krismanto, "Rancang Bangun Dc/Dc Cuk Converter Berbasis Fuzzy Logic Control Untuk Kendali Baterai Pada Plts Skala Kecil," *J. Magn.*, Vol. 2, No. 2, Pp. 1–12, 2024.
- [2] A. Anggawan And M. Yuhendri, "Kendali Tegangan Output Buck Converter Menggunakan Arduino Berbasis Simulink Matlab," *Jtein J. Tek. Elektro Indones.*, Vol. 2, No. 1, Pp. 34–39, 2021, Doi: 10.24036/Jtein.V2i1.110.
- [3] S. Diusti Dwi Putri And Aswardi, "Rancang Bangun Buck-Boost Converter Menggunakan Kendali Pid," *J. Tek. Elektro Dan Vokasional*, Vol. 6, No. 02, Pp. 1–15, 2020, [Online]. Available: [Http://Ejournal.Unp.Ac.Id/Index.Php/Jtev/Index](http://Ejournal.Unp.Ac.Id/Index.Php/Jtev/Index)
- [4] I. Nyoman Wahyu Satiawan And I. Bagus Fery Citarsa, "Desain Buck Converter Untuk Charging Batere Pada Beban Bervariasi Buck Converter Design For Battery Charging On Various Loads," *Dielektrika*, Vol. 5, No. 1, Pp. 30–35, 2018.
- [5] R. W. Rachmad And T. Abuzairi, "Efficiency Simulation Of Asynchronous And Synchronous Buck Converter Based On Duty Cycle And Load Variation," No. November, Pp. 9–19, 2022.
- [6] A. F. Rifai *Et Al*, "Rancang Bangun Dc To Dc Buck Converter Dengan Sistem Kendali Pi Pada Ni Elvis Ii Dan Antarmuka Berbasis Labview," *J. Teknol. Ter. /*, Vol. 7, No. 2, Pp. 129–137, 2021.
- [7] S. Bhattacharya, D. Majumder, M. Mehta, S. Mukherjee, And S. Mondal, *Buck Converter (Dc To Dc Step Down Converter)*. 2019.
- [8] A. S. R. D. H. T. N. Nugraha Triokta Putra, "Rancang Bangun Sistem Buck Dc-Dc Converter Sebagai Sistem Transmisi Energi Pada K-Powers Berbasis Pwm Mikrokontroler Arduino Nano328p," *Progr. Stud. Tek. Elektro Inst. Teknol. Sumatera*,

- Lampung.
- [9] E. Ginanjar, A. Mashar, And ..., "Perancangan Buck Boost Converter Pada Sistem Pengisian Baterai Untuk Panel Surya Kapasitas 50 Wp," ... *Res. Work. ...*, Pp. 13-14, 2022, [Online]. Available: <https://Jurnal.Polban.Ac.Id/Ojs-3.1.2/Proceeding/Article/View/4243%0ahttps://Jurnal.Polban.Ac.Id/Ojs-3.1.2/Proceeding/Article/Download/4243/2959>
 - [10] F. Z. Raihan, B. Setiadi, H. Purnama, And ..., "Kendali Kecepatan Vane Motor Pneumatik Berbasis Kendali Fuzzy," ... *Natl. Semin.*, Pp. 4-5, 2021, [Online]. Available: <https://Jurnal.Polban.Ac.Id/Ojs-3.1.2/Proceeding/Article/View/2669/2061>
 - [11] P. Peri And M. Yuhendri, "Kendali Tegangan Konverter Boost Berbasis Proposional Integral (Pi)," *Ranah Res. J. Multidiscip. Res. Dev.*, Vol. 5, No. 1, Pp. 7-15, 2022, Doi: 10.38035/Rrj.V5i1.564.
 - [12] R. Oktavianto, A. S. Wardhana, And A. Sahrin, "Rancang Bangun Sistem Proteksi Dan Monitoring Kebocoran Gas Hidrokarbon Berbasis Fuzzy Sugeno," *Protek J. Ilm. Tek. Elektro*, Vol. 9, No. 1, P. 1, 2022, Doi: 10.33387/Protk.V9i1.3365.
 - [13] N. Fuada And I. Husnaini, "Rancang Bangun Buck Converter Dengan Kontrol Pid Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jtein J. Tek. Elektro Indones.*, Vol. 4, No. 2, Pp. 781-791, 2023, Doi: 10.24036/Jtein.V4i2.513.
 - [14] M. Yuhendri, I. Z. Candra, And C. Dewi, "Kendali Boost Converter Berbasis Fuzzy Sugeno," *Jtein J. Tek. Elektro Indones.*, Vol. 4, No. 1, Pp. 50-59, 2023.
 - [15] U. Mataram, "Dengan Mode Konduksi Kontinyu Berbasis," Vol. 8, No. 4, 2024.
 - [16] H. Munte And A. Pramudyansyah, "Perbandingan Metode Fuzzy Mamdani Dengan Fuzzy Sugeno Untuk Evaluasi Kinerja Karyawan (Studi Kasus : Firma Hukum Xyz)," Vol. 1, Pp. 1-12, 2024.