

Desain Perancangan *Buck Converter* Berbasis IC LM2596

Raka Dian Mahardi^{1*}, Lilo Sunuharjo², Danang Hendrawan³, Muhammad 'Atiq⁴,
Rizal Agri Wahyuadi⁵, Sigit Prakosa Adhi Nugraha⁶

^{1,2,3,4}Departemen Electrical Engineering, Sekolah Tinggi Teknik Pati, Indonesia

Abstract. *A buck converter is a circuit that functions to reduce DC-DC voltage which is often used in various electronic applications. The aim of this research is to design and implement a buck converter circuit that utilizes the LM2596 IC. The research methodology includes circuit design and practical testing. The research results show that circuit testing was carried out with input voltage variations of 10V, 15V, and 20V, which produced stable output voltages of 6.68V, 6.71V, and 6.78V respectively. This finding proves that the buck converter circuit is able to maintain output voltage stability even though there are variations in the input voltage, with very minimal fluctuations (only around 0.1V). This shows the effectiveness of the LM2596T IC in regulating the output voltage with high accuracy, supported by a precise feedback network design using a 5 k Ω fixed resistor and a variable resistor. For development, selecting components with tighter tolerances and adding an LC filter can be considered to increase stability and reduce voltage ripple at the output. Overall, this research has succeeded in showing that the buck converter design based on the LM2596T IC is an efficient and practical solution for DC voltage reduction applications with reliable performance.*

Keywords: *Buck Converter, IC LM2596, Voltage Reducer.*

Abstrak. *Buck converter* adalah suatu rangkaian yang berfungsi untuk menurunkan tegangan DC-DC yang sering digunakan dalam beragam aplikasi elektronik. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan menerapkan rangkaian *buck converter* yang memanfaatkan IC LM2596. Metodologi penelitian mencakup desain rangkaian dan pengujian praktis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pengujian rangkaian dilakukan dengan variasi tegangan input 10V, 15V, dan 20V, yang menghasilkan tegangan keluaran yang stabil masing-masing sebesar 6,68V, 6,71V, dan 6,78V. Temuan ini membuktikan bahwa rangkaian buck converter mampu menjaga kestabilan tegangan keluaran walaupun terjadi variasi pada tegangan input, dengan fluktuasi yang sangat minim (hanya sekitar 0,1V). Ini menunjukkan efektivitas IC LM2596T dalam mengatur tegangan keluaran dengan akurasi tinggi, didukung dengan desain jaringan umpan balik yang tepat menggunakan resistor tetap 5 k Ω dan resistor variabel. Untuk pengembangan pemilihan komponen dengan toleransi yang lebih ketat dan penambahan filter LC bisa dipertimbangkan untuk meningkatkan stabilitas serta mengurangi riak tegangan pada keluaran. Secara keseluruhan, penelitian ini telah berhasil menunjukkan bahwa desain buck converter yang berbasis IC LM2596T merupakan solusi yang efisien dan praktis untuk aplikasi penurunan tegangan DC dengan kinerja yang dapat diandalkan.

Kata kunci: *Buck Converter, IC LM2596, Penurun Tegangan.*

1. LATAR BELAKANG

Kemajuan teknologi elektronik yang cepat telah menciptakan kebutuhan untuk sistem penyedia daya yang efisien, handal, dan ringkas. Salah satu tantangan utama dalam merancang sistem elektronik adalah memberikan voltase yang tepat untuk berbagai perangkat, seperti mikrokontroler, sensor, dan perangkat IoT, serta kendaraan listrik yang seringkali memerlukan voltase operasi yang lebih rendah dibandingkan dengan sumber daya yang ada. *Buck converter*, sebagai salah satu tipe konverter DC-DC, menjadi solusi utama untuk mengubah voltase input menjadi voltase output yang lebih rendah dengan cara yang efisien.

Buck converter beroperasi berdasarkan prinsip switching, di mana energi dipindahkan dari sumber ke beban melalui induktor dan dioda dalam siklus yang diatur oleh komponen switching. Keuntungan utama dari *buck converter* adalah kemampuannya untuk menurunkan

voltase dengan efisiensi tinggi dibandingkan dengan regulator linear, khususnya saat terdapat selisih besar antara voltase input dan output. Namun, untuk menciptakan desain *buck converter* yang optimal, diperlukan pemilihan komponen yang tepat serta pemahaman mendalam mengenai cara kerjanya.

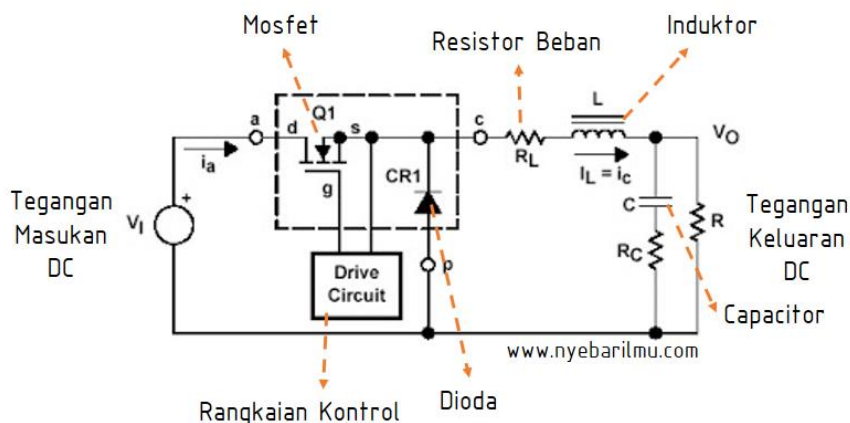
IC LM2596 merupakan regulator switching step-down yang umum digunakan dalam penerapan konverter buck karena kemudahan dalam penggunaannya dan kehandalan kinerjanya. IC ini dapat mengatur voltase output dengan tingkat presisi yang tinggi, menangani arus output hingga 3A, dan dilengkapi dengan fitur perlindungan seperti thermal shutdown dan current limit. Dengan frekuensi switching tetap sebesar 150 kHz, IC LM2596 mendukung desain *buck converter* yang ringkas dan efisien.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan menerapkan konverter buck yang menggunakan IC LM2596 dengan penekanan pada kestabilan voltase output, kemudahan penerapan, serta aplikasi praktis. Penelitian ini akan menyajikan rancangan dan pelaksanaan *buck converter* yang didasarkan pada IC LM2596, serta analisis kinerjanya dalam hal kestabilan voltase output dan respon terhadap perubahan beban. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat memberikan solusi praktis untuk kebutuhan penyedia daya dalam berbagai aplikasi elektronik.

2. KAJIAN TEORITIS

Buck Converter

Buck converter merupakan salah satu variasi dari konverter DC-DC yang bertujuan untuk mengurangi tegangan input ke tingkat yang lebih rendah untuk output. Cara kerja buck converter bergantung pada pengaturan siklus duty cycle dari sinyal PWM (Pulse Width Modulation) yang mengatur saklar (biasanya berupa MOSFET atau transistor) untuk mentransfer energi dari sumber menuju beban melalui induktor [5]–[8]. Rangkaian *buck converter* terlihat pada Gambar 1.

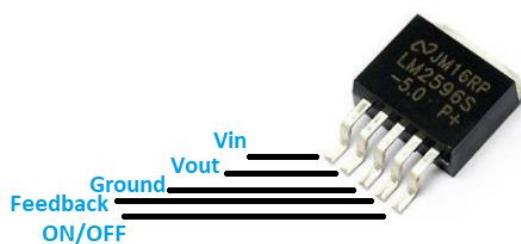


Gambar 1 Rangkaian Buck Converter [9]

Salah satu keunggulan utama *buck converter* adalah tingkat efisiensinya yang tinggi, terutama apabila terdapat perbedaan besar antara tegangan input dan output, jika dibandingkan dengan regulator linear yang menghilangkan energi dalam bentuk panas.

IC LM2596

IC LM2596 merupakan regulator switching step-down yang dirancang untuk mempermudah penerapan buck converter. IC ini menggabungkan komponen penting seperti switch, osilator, dan PWM controller ke dalam satu paket yang membuat desain menjadi lebih sederhana dan mengurangi biaya produksi. IC LM2596 beroperasi pada frekuensi switching tetap 150 kHz, sehingga memungkinkan penggunaan komponen eksternal yang lebih kecil, seperti induktor dan kapasitor. Pin IC LM2596 terlihat pada Gambar2.



Gambar 2 Pin IC LM2596 [14]

Keuntungan dari IC LM2596 terdiri dari:

1. Kemampuan menangani arus output mencapai 3A.
2. Tingkat efisiensi konversi yang tinggi (maksimal 92%).
3. Fitur perlindungan seperti pemutus suhu dan batas arus.
4. Rentang tegangan input yang luas (4,5V hingga 40V).

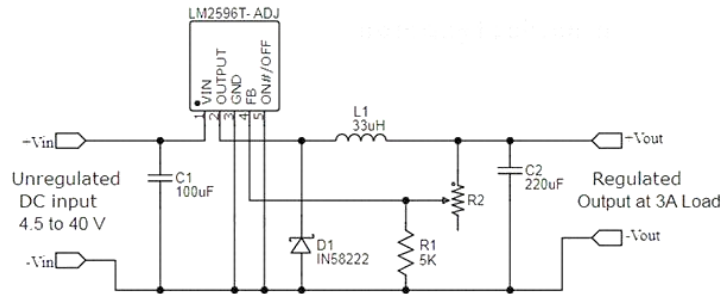
Kinerja IC LM2596 dalam situasi beban dinamis dapat menjaga kestabilan tegangan output dengan fluktuasi yang minimal. Selain itu, IC LM2596 ideal untuk penggunaan pada

sumber daya portabel karena desainnya yang ringkas dan kemudahan dalam penerapannya [14].

3. METODE PENELITIAN

Desain Rancangan Rangkaian

Langkah pertama dalam penelitian ini adalah menyiapkan semua komponen yang diperlukan dan merancang rangkaian elektronik seperti pada Gambar 3.



Gambar 3 Rancangan Buck Conveter IC LM2596 [15]

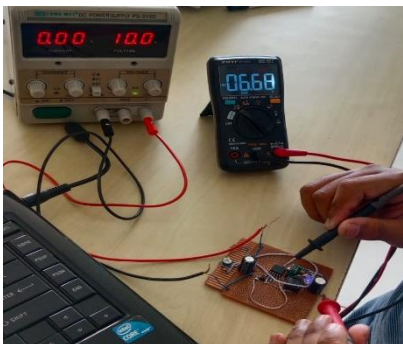
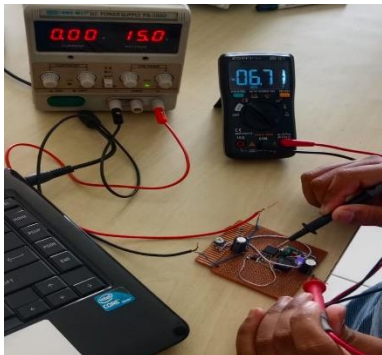
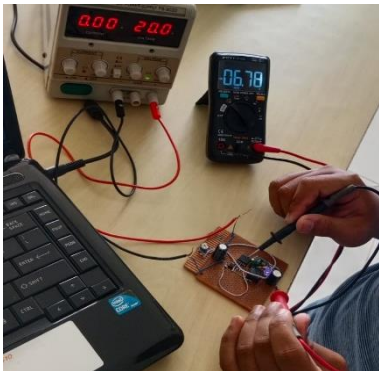
Perancangan buck converter ini mengandalkan IC LM2596T sebagai elemen utama, dilengkapi dengan kapasitor masukan 100 μF , kapasitor keluaran 220 μF , resistor tetap 5 k Ω , resistor yang dapat disesuaikan, dioda Schottky IN5822, dan induktor 33 μH . IC LM2596T dipilih karena kemampuannya sebagai regulator switching step-down yang efisien, beroperasi dengan frekuensi switching tetap 150 kHz. Kapasitor masukan 100 μF berfungsi untuk memastikan stabilitas tegangan masukan, sedangkan kapasitor keluaran 220 μF bertujuan untuk mengurangi fluktuasi tegangan di keluaran. Resistor tetap 5 k Ω dan resistor yang dapat disesuaikan membentuk sistem umpan balik. Dioda Schottky IN5822 berfungsi sebagai dioda freewheeling untuk mengalirkan arus ketika saklar pada IC LM2596T tidak aktif, sementara induktor 33 μH berfungsi sebagai penyimpan energi selama siklus switching.

Pengujian

Setelah rangkaian selesai dibuat dan diterapkan, langkah berikutnya adalah melakukan pengujian rangkaian dengan variasi tegangan masukan (10V, 15V, dan 20V) dan ukur tegangan output menggunakan multimeter.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Beberapa hasil yang telah dihitung menggunakan multimeter dan dengan tegangan masukan antara 10 volt sampai dengan tegangan 20 volt sehingga didapat hasil seperti pada Table 1 :

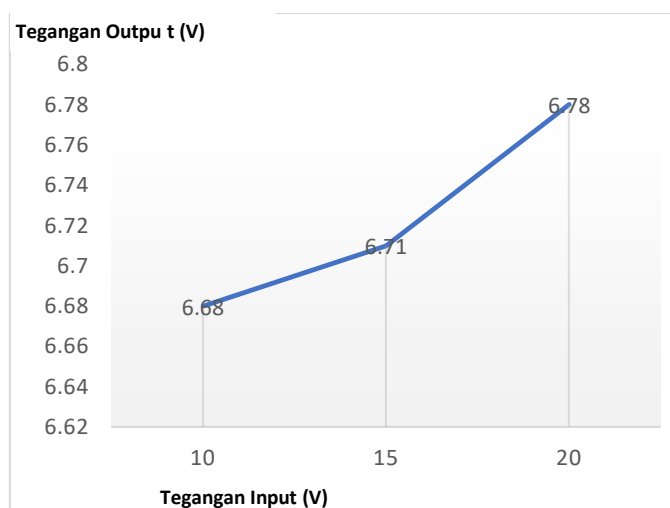
No	Hasil dan pengujian	Keterangan
1		<p>Rangkaian diberikan tegangan input sebesar 10 Volt dan diukur menggunakan multimeter yaitu mengeluarkan tegangan sebesar 6,68 Volt seperti pada Gambar 4.</p>
2		<p>Rangkaian diberikan tegangan input sebesar 20 Volt dan diukur menggunakan multimeter yaitu mengeluarkan tegangan sebesar 6,71 Volt seperti pada Gambar 5.</p>
2		<p>Rangkaian diberikan tegangan input sebesar 20 Volt dan diukur menggunakan multimeter yaitu mengeluarkan tegangan sebesar 6,78 Volt seperti pada Gambar 6.</p>

Gambar 4 Input 10 dan Output 6,68 VDC

Gambar 5 Input 20 dan Output 6,71 VDC

Gambar 6 Input 20 dan Output 6,78 VDC

Hasil pengujian ke dalam bentuk grafik dimana memudahkan analisis yang lebih mendalam seperti yang diilustrasikan pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik hasil tabel pengujian

Kumpulan data sebelumnya menunjukkan korelasi yang kuat antara tegangan masukan dan tegangan keluaran dimana *buck converter* tetap stabil dalam menghasilkan tegangan output meskipun tegangan input berfluktuasi, dengan variasi yang sangat minim (sekitar 0,1V). Ini membuktikan efektivitas IC LM2596T dalam menjaga kestabilan tegangan output secara akurat.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan temuan penelitian, perancangan rangkaian *buck converter* yang menggunakan IC LM2596T telah berhasil direalisasikan dengan komponen utama seperti kapasitor input 100 μF , kapasitor output 220 μF , resistor tetap 5 $\text{k}\Omega$, resistor variabel, dioda Schottky IN5822, serta induktor 33 μH . Pengujian dilakukan dengan memberi variasi pada tegangan input sebesar 10V, 15V, dan 20V, yang menghasilkan output tegangan yang konsisten dengan nilai berturut-turut 6,68V, 6,71V, dan 6,78V. Temuan ini menunjukkan bahwa *buck converter* tetap stabil dalam menghasilkan tegangan output meskipun tegangan input berfluktuasi, dengan variasi yang sangat minim (sekitar 0,1V). Ini membuktikan efektivitas IC LM2596T dalam menjaga kestabilan tegangan output secara akurat, berkat desain umpan balik yang tepat dengan resistor tetap 5 $\text{k}\Omega$ dan resistor variabel.

Lebih jauh lagi, rangkaian ini juga memperlihatkan respons yang baik terhadap perubahan tegangan input, yang menjadi indikator penting bagi aplikasi daya yang membutuhkan kestabilan tinggi. Keberhasilan ini didukung oleh pemilihan komponen yang tepat, seperti kapasitor low-ESR yang berfungsi mengurangi riak pada tegangan dan dioda Schottky IN5822 yang menjamin arus berjalan efisien selama proses switching. Dengan demikian, *buck converter* berbasis IC LM2596T ini dapat diterapkan dalam berbagai sistem

elektronik, seperti sumber daya portabel, pengisian baterai, serta perangkat IoT, yang memerlukan pengaturan tegangan yang dapat diandalkan dan efisien.

Untuk pengembangan ke depan, disarankan untuk melaksanakan pengujian lanjutan dengan beban dinamis guna menilai respons rangkaian terhadap perubahan beban yang mendadak. Selain itu, mempertimbangkan penggunaan komponen dengan toleransi yang lebih ketat serta penambahan filter LC bisa menjadi langkah untuk meningkatkan stabilitas dan meminimalkan riak tegangan pada output. Secara keseluruhan, penelitian ini telah mendemonstrasikan bahwa desain buck converter berbasis IC LM2596T merupakan solusi yang efektif dan praktis untuk aplikasi penurunan tegangan DC dengan performa yang dapat diandalkan.

DAFTAR REFERENSI

- A. Faudin, "Penjelasan tentang sistem DC Buck Converter," *Nyebar Ilmu*. [Online]. Available: <https://www.nyebarilmu.com/penjelasan-tentang-sistem-dc-buck-converter/>.
- A. Garaipoom, "LM2596 Circuit Voltage Regulator and LM2673 Datasheet," *ElecCircuit*. [Online]. Available: <https://www.eleccircuit.com/regulator-switching-dc-to-dc-step-down-voltage-with-lm2596/>.
- B. A. B. Iv, P. Alat, dan D. A. N. Analisa, "Pengujian dilakukan dengan menggunakan jari tangan sebagai sampel dengan memasukkan ke dalam adult yang sudah terdapat sensor MAX30100 ..., " pp. 53–67.
- D. Knight, "Buck Converters and Their Cool Applications," *All About Circuits*. [Online]. Available: <https://www.allaboutcircuits.com/technical-articles/buck-converters-and-their-cool-applications/>.
- E. Fossas, "Study of chaos in the buck converter," *IEEE Transactions on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, vol. 43, no. 1, pp. 13–25, 1996, doi: 10.1109/81.481457.
- J. Ejury, "Buck Converter Design Note," *Buck Converter Design*, no. January, pp. 1–4, 2013.
- James Wilson, "LM2596 Buck Converter Datasheet, Pinout, Features, Applications," *The Engineering Projects*. [Online]. Available: <https://www.theengineeringprojects.com/2020/09/lm2596-buck-converter-datasheet-pinout-features-applications.html>.
- M. K. Asy'ari, "Rancang Bangun DC-DC Buck Converter Berbasis Pengendali Logika Fuzzy Tipe-2 pada Prototype Turbin Angin Skala Kecil," *Institut Teknologi Sepuluh Nopember*, p. 124, 2018.
- Monolithic Power Systems, "Buck Converters (Step-Down Converter)," *Monolithic Power Systems*. [Online]. Available: <https://www.monolithicpower.com/en/learning/mpscholar/power-electronics/dc-dc->

converters/buck-converters.

- N. T. P. A. S. R. D. H. T., "Rancang Bangun Sistem Buck DC-DC Converter Sebagai Sistem Transmisi Energi pada K-POWERS Berbasis PWM Mikrokontroler Arduino Nano328P," 2019.
- R. Mulyadi, K. D. Artika, dan M. Khalil, "Perancangan Sistem Kelistrikan Perangkat Elektronik Pada Mobil Listrik," *Jurnal Elem*, vol. 6, no. 1, pp. 7–12, 2019.
- S. D. Sudhoff, "Buck Converter Design," *Power Magnetic Devices*, pp. 461–502, 2021, doi: 10.1002/9781119674658.ch13.
- SM Tech, "IC LM2596 DC to DC Buck Converter Module, Schematic, Datasheet," *SoManyTech*. [Online]. Available: https://somanymtech.com/ic-lm2596-dc-to-dc-buck-converter-module-datasheet-schematic/#google_vignette.
- T. Sutikno dan H. S. Purnama, *Konverter DC-DC: Prinsip & Aplikasi*, vol. 1, 2020.
- Texas Instruments, "LM2596 SIMPLE SWITCHER® Power Converter 150-kHz 3-A Step-Down Voltage Regulator," *Texas Instruments*, vol. 1, no. 1, pp. 1–47, 2023. [Online]. Available: www.ti.com.