

Implementasi Kendali Tegangan Lup Tertutup Buck Converter dengan ArduinoMega

Masramdhani Saputra^{*a)}, Saddani Djulihenanto^{a)}, Irham Fadlika^{b)}

(Artikel diterima: Januari 2021, direvisi: Februari 2021)

Abstract: One type of power converter that is widely applied in the field of renewable energy is DC-DC Converter. In various application cases, voltage control features are often required. One of the challenges is how to build a closed loop controller to control the output voltage of the DC-DC Converter. In this journal, an Arduino Mega based output voltage controller will be implemented. The type of voltage controller implemented is the PI controller with the consideration that the controller has been well-known tested and mathematically proven. The PI controller is set based on closed loop block diagram calculations with the Buck Converter as the main plant. The implementation of the PI controller on the Arduino Mega is based on the expected transient response settings. PI controller was successfully implemented in this study. The experimental results show that, the controller can maintain its voltage along with changes, both source and load voltage. Thus, it can be concluded that the Arduino Mega board can work well in closed loop applications for power converter control.

Keywords: PI controller, Buck Converter, Arduino Mega

Abstrak: Salah satu jenis konverter daya yang banyak digunakan di bidang energi terbarukan adalah Konverter DC-DC. Dalam berbagai kasus aplikasi, fitur kontrol tegangan sering kali diperlukan. Salah satu tantangannya adalah bagaimana membangun pengontrol loop tertutup untuk mengontrol tegangan output dari Konverter DC-DC. Pada jurnal ini akan diimplementasikan pengontrol tegangan keluaran berbasis Arduino Mega. Jenis pengendali tegangan yang diimplementasikan adalah pengendali PI dengan pertimbangan pengendali sudah terkenal teruji dan terbukti secara matematis. Kontroler PI diatur berdasarkan perhitungan diagram blok loop tertutup dengan Buck Converter sebagai pembangkit utama. Implementasi pengontrol PI pada Arduino Mega didasarkan pada pengaturan respon transien yang diharapkan. Pengontrol PI berhasil diimplementasikan dalam penelitian ini. Hasil percobaan menunjukkan bahwa, pengontrol dapat mempertahankan tegangannya seiring dengan perubahan, baik tegangan sumber maupun tegangan beban. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa papan Arduino Mega dapat bekerja dengan baik pada aplikasi loop tertutup untuk kontrol konverter daya.

Kata-kata kunci : pengendali PI, konverter buck, Arduino Mega

1. Pendahuluan

Tegangan searah atau dc banyak dipergunakan di dalam industri, bukan hanya sebagai sumber daya listrik motor dc, tetapi juga banyak untuk aplikasi yang lain. Biasanya tegangan dc ini didapat dari tegangan ac yang di searahkan dengan komponen semikonduktor seperti dioda, thyristor, mosfet. Tegangan dc ini tidak harus tersaring dengan bersih tetapi juga teregulasi dengan baik[1]. Kalau sumber arus searah ini dibebani maka tegangan outputnya akan berubah. Perubahan ini disebabkan oleh jatuhnya tegangan di diode, saluran, transformator atau di generator kalau sumbernya langsung dari generator. Perubahan ini juga disebabkan oleh perubahan tegangan sumber. Perubahan ini tentu tidak diinginkan, karena akan mengurangi untuk kerja dari peralatan yang kita pasang. Maka diperlukan suatu pengendalian tegangan dc, sehingga peralatan yang kita pasang bekerja sesuai dengan kemampuannya. Berdasarkan ide yang membutuhkan tegangan konstan maka dibuatlah suatu alat yang bisa menjaga tegangan konstan[2],[3].

Dalam sistem pengubah daya dc atau dc – dc converter, terdapat dua tipe yaitu tipe linier dan tipe peralihan atau tipe switching (dc chopper). Tipe linier merupakan cara termudah untuk mencapai tegangan keluaran yang bervariasi, namun kurang diminati karena tingginya daya yang hilang (power loss) pada transistor sehingga berakibat rendahnya efisiensi. Sedangkan pada tipe switching, tidak ada daya yang di serap pada transistor

sebagai switch. Ini dimungkinkan karena pada waktu switch ditutup tidak ada tegangan yang jatuh pada transistor, sedangkan pada waktu switch dibuka, tidak ada arus listrik mengalir. Ini berarti semua daya terserap pada beban, sehingga efisiensi daya menjadi 100%. Namun pada prakteknya, tidak ada switch yang ideal[4].

Kontroler PI juga merupakan salah satu metode pengendalian yang digunakan untuk menghasilkan output yang konstan. Setiap kekurangan dan kelebihan dari masing – masing kontroler P dan I dapat saling menutupi dengan menggabungkan keduanya secara paralel menjadi kontroler proporsional plus integral (kontroler PI). Elemen – elemen kontroler P dan I masing – masing secara keseluruhan bertujuan untuk mempercepat reaksi sebuah sistem, menghilangkan offset dan menghasilkan perubahan awal yang besar[5]. Keluaran kontroler PI merupakan jumlahan dari keluaran kontroler Proporsional dan integral. Penyetelan konstanta Kp dan Ki akan mengakibatkan penonjolan sifat dari masing – masing elemen. Salah satu dari konstanta tersebut dapat disetel lebih menonjol dibanding yang lain. Konstanta yang menonjol itulah yang akan memberi kontribusi pengaruh pada respon sistem secara keseluruhan.

Pengertian open loop atau kontrol lup terbuka adalah suatu sistem yang keluarannya tidak mempunyai pengaruh terhadap aksi kontrol. Artinya, sistem kontrol terbuka keluarannya tidak dapat di gunakan sebagai umpan balik masukan[6]. Pengertian closed loop atau kontrol lup tertutup adalah sistem kontrol yang sinyal keluarannya mempunyai pengaruh langsung pada aksi

Korespondensi: masramdhani@polinema.ac.id

a) Prodi Teknik Listrik, Jurusan Teknik Elektro, Polinema.
Jalan Soekarno-Hatta No. 9 Malang 65141

b) Prodi Teknik Elektro, Jurusan Teknik Elektro, Universitas Negeri
Malang. Jalan Semarang No. 5 Malang 65141

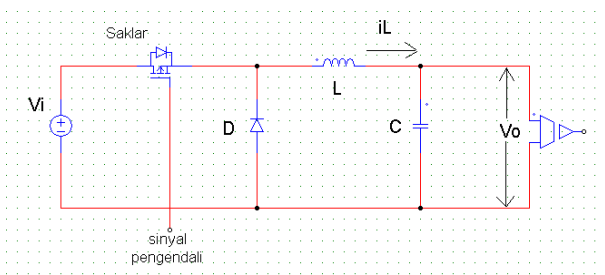
pengontrolan, sistem kontrol lup tertutup juga merupakan sistem kontrol berumpan balik.

Dari hal diatas, dapat disimpulkan bahwa perkembangan ilmu teknik kontrol sangat erat hubungannya dengan ilmu elektronika daya. Pada penelitian ini, suatu konverter DC-DC tipe Buck akan dirancang dengan fitur tegangan keluaran terkendali. Pengendalian tegangan menggunakan pengendali PI. Pengendali diimplementasikan pada Board Arduino Mega. Board ini dipilih karena merupakan salah satu jenis mikrokontroler kelas *entry level* yang banyak digunakan pada plikasi elektronika praktis.

2. Konverter DC-DC Buck

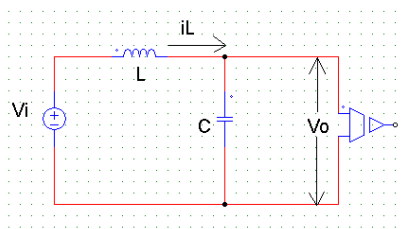
Konverter DC-DC konvensional memiliki dua buah kondisi kerja seperti pada Gambar 1. Dapat diamati bahwa pada rangkaian tersebut terdapat dua buah saklar semikonduktor yakni sebuah saklar terkendali penuh dan sebuah diode. Saklar semikonduktor terkendali penuh dapat berupa MOSFET, IGBT, BJT atau jenis saklar lain yang menyesuaikan daripada desain rangkaian.

Berdasarkan jumlah saklar, maka ada dua kemungkinan kondisi rangkaian. Kondisi pertama terjadi ketika saklar menyala sehingga arus akan mengalir dari sumber melalui induktor ke

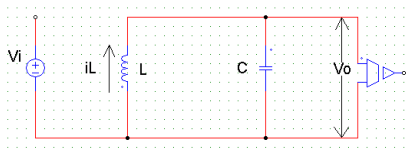


Gambar 1 Konverter DC-DC Buck

beban, sementara dioda berada dalam keadaan reverse bias. Selanjutnya kondisi kedua terjadi ketika saklar pada posisi OFF, sehingga diode mengalami forward bias. Muatan yang tersimpan pada induktor mengalir menuju beban melalui diode. Kondisi rangkaian baik saklar ON maupun OFF secara berurutan dapat diamati pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2 Saklar Kondisi ON



Gambar 3 Saklar Kondisi OFF

Fungsi dasar dari konverter dalam merubah tegangan input

didasarkan pada kondisi tegangan induktor pada masing masing kondisi saklar. Persamaan (2.1) dan (2.2) menjelaskan hubungan tegangan induktor baik dengan sisi masukan maupun keluaran pada masing-masing kondisi penyaklaran.

$$V_i = L \frac{di}{dt} \cdot V_o \tag{2.1}$$

$$V_o = -L \frac{di}{dt} \tag{2.2}$$

bila diasumsikan mode konduksi dari konverter DC-DC Buck berada pada kondisi kontinyu maka tegangan keluaran rata-rata dari konverter dapat dinyatakan sebagai berikut

$$V_o = 1/T_s \int_0^{t_{on}} [V_i dt] + \int_{t_{on}}^{Ts} [0 dt] \tag{2.3}$$

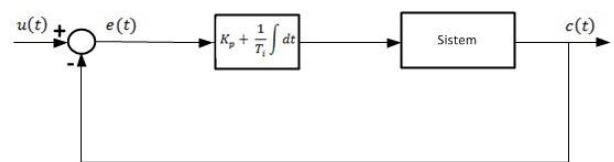
$$V_o = \frac{T}{T_s} V_i \cdot t_{on} \tag{2.4}$$

$$V_o = \frac{t_{on}}{T_s} \times V_i \Rightarrow D \cdot V_i \tag{2.5}$$

dimana D adalah *duty factor*. Persamaan (2.5) akan digunakan sebagai dasar menentukan fungsi alih sebagai *plant* utama dalam skema kendali lup tertutup.

3. Pengendali PI

Pengendali jenis *Proportional* dan *Integrator* (PI) dipilih karena sudah terbukti secara matematis mampu menghilangkan nilai galat pada keadaan tunak. Komponen proporsional berfungsi untuk menekan galat sesuai nilai penguatan yang telah ditentukan. Sedangkan komponen integrator berfungsi untuk menekan galat pada keadaan tunak. Dengan memilih kombinasi yang tepat diantara kedua komponen ini, dapat diperoleh respon transien



Gambar 4 Blok Diagram Lup Tertutup Pengendali PI

maupun tunak sesuai dengan yang diinginkan.

Gambar 4 menunjukan tipikal blok diagram suatu kendali lup tertutup suatu sistem yang menggunakan pengendali PI, dimana

- a. $u(t)$ adalah nilai referensi yang ingin dicapai
- b. $e(t)$ adalah galat antara nilai aktual dengan nilai referensi
- c. $c(t)$ adalah nilai aktual
- d. K_p adalah nilai penguatan komponen proporsional
- e. T_i adalah periode integrasi komponen integrator.

Penentuan komponen pengendali PI sangat erat hubungan dengan spesifikasi desain konverter daya yang diinginkan[7], [8]. Dengan pengaturan yang optimal, akan didapatkan suatu respon baik transien maupun tunak sesuai dengan spesifikasi yang ingin dicapai. Alasan tidak digunakannya komponen *Derivative* pada implementasi kali ini adalah untuk meminimalisir pengaruh derau/*noise* yang memiliki pengaruh negatif pada komponen D [9].

4. Desain Implementasi

Pada bagian ini, akan dijelaskan mengenai spesifikasi hardware yang akan dibangun guna mengimplementasikan konverter DC-DC Buck dengan kendali tegangan lup tertutup menggunakan Arduino Mega.

4.1 Rangkaian Daya

Pada bagian rangkaian daya atau rangkaian konverter DC-DC Buck sendiri, menggunakan MOSFET jenis IRFZ44. Hal tersebut beresesuaian dengan tipikal aplikasi daya rendah dengan tegangan rendah arus tinggi. Gambar rangkaian daya dapat diamati pada Gambar 5. Selanjutnya adalah perhitungan nilai induktor pada rangkaian konverter DC-DC Buck. Pada penelitian ini, mode konduksi konverter DC-DC yang dipilih adalah mode kontinyu. Sehingga nilai L minimum untuk konverter DC-DC mengikuti persamaan 3.1, yakni

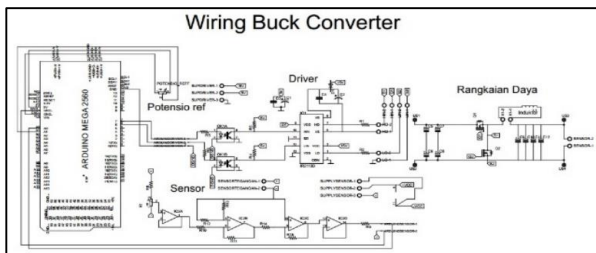
$$L_B = \frac{(1 - D)R}{2f} \tag{3.1}$$

dimana

R = 0,3 Ω (ekivalen beban terpasang)

f = 10 kHz (frekuensi switching)

D adalah duty cycle dari konverter Buck didapatkan nilai L_B yakni sebesar 7,5 uH. Detail komponen wiring diagram pada Gambar 4.1 dapat diamati pada Tabel 4.1



Gambar 5 Wiring Diagram Lup Tertutup Pengendali PI

Mosfet dipilih tipe mosfet IRF3205D karena memiliki spesifikasi Tegangan maksimal = 55V dan Arus drain maksimal = 110A, sesuai dengan kebutuhan konverter yang bermain tegangan input antara 15V sampai 50V. Arduino dipilih tipe arduino mega 2560 karena memiliki keunggulan port baik digital maupun analog lebih banyak dari pada arduino uno. Capacitor dipilih tipe elco 50 v 4700 nF (4 paralel) bernilai total 18.800 μF. Induktor dibuat bernilai 407uH

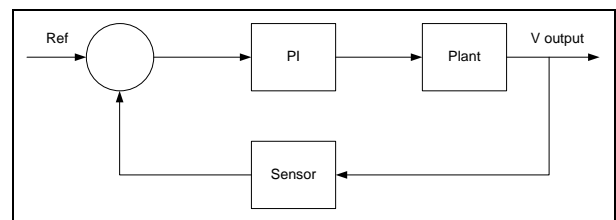
Driver circuit memiliki rangkaian yang terdiri dari IR2110 dan Optocoupler. IR2110 dipilih karena sesuai kebutuhan driver untuk konverter tipe buck yang memiliki fungsi sebagai pengaruh kendali IGBT dan Mosfet tegangan tinggi yang memiliki kanal keluaran tereferensi terpisah untuk sisi tinggi (high side) dan sisi rendah (low side). Optocoupler TLP521 dipilih karena bermanfaat menyediakan fitur isolasi antara arduino dengan rangkaian driver board. Selain itu TLP521 juga berfungsi untuk mengirim sinyal menuju IC IR2110.

Tabel 1 Detail Komponen Wiring Diagram

Keterangan		
Simbol	Nama	Nilai
R1	Resistor	100 Ω (2 watt)

Keterangan		
R2	Resistor	100 Ω (2 watt)
R3	Resistor	570 Ω (1/2 watt)
R4	Resistor	570 Ω (1/2 watt)
R5	Resistor	570 Ω (1/2 watt)
R6	Resistor	570 Ω (1/2 watt)
R7	Trimpot	104 Ω
R8	Resistor	330 Ω (1/2 watt)
R9	Resistor	570 Ω (1/2 watt)
R10	Resistor	10K Ω (1/2 watt)
R11	Resistor	10K Ω (1/2 watt)
R12	Resistor	10K Ω (1/2 watt)
R13	Resistor	10K Ω (1/2 watt)
R14	Resistor	10K Ω (1/2 watt)
R15	Resistor	10K Ω (1/2 watt)
MUR460	Diode	460
Potensio Reff	Potensio	B10K
C1	Capasitor	10 μF (50 V)
C2	Capasitor	47 μF (50 V)
C3	Capasitor keramik	100 μF
C4	Capasitor keramik	101 μF
C5	Capasitor	4700 μF (50 V)
C6	Capasitor	4701 μF (50 V)
C7	Capasitor	4702 μF (50 V)
C8	Capasitor	4703 μF (50 V)
C9	Capasitor	4704 μF (50 V)
C10	Capasitor	4705 μF (50 V)
C11	Capasitor	4706 μF (50 V)
C12	Capasitor	4707 μF (50 V)
C13	Capasitor	4708 μF (50 V)
C14	Capasitor	4709 μF (50 V)
C15	Capasitor	4710 μF (50 V)

Untuk kebutuhan pengendalian dibutuhkan pengukuran dari tegangan keluaran konverter. Pada Gambar 5 dapat diamat bahwa tegangan keluaran diukur dengan memanfaatkan kombinasi resistor pembagi tegangan dan rangkaian opamp. Terminal tegangan keluaran terhubung menuju resistor seri pembagi



Gambar 6 Skema Kendali Lup Tertutup Pengendali

tegangan. Keluaran resistor pembagi tegangan terhubung dengan rangkaian buffer untuk kemudian diolah dengan rangkaian opamp diferensial. Pada tahap terakhir sinyal melewati inverting amplifier dan buffer guna menghindari aliran arus tinggi dari rangkaian daya menuju pin analog Arduino. ICTL074P karena memiliki sifat low noise dan low harmonic distortion dan harganya juga cukup terjangkau. Untuk supply daya juga dibuat catuan dengan level tegangan 5 Vdc, 15 Vdc, 12Vdc dan, -15Vdc.

4.2 Rangkaian Pengendali PI

Setelah rangkaian daya didesain selanjutnya adalah mendesain pengendali PI untuk diimplementasikan pada Arduino. Skema kendali lup tertutup yang digunakan dapat diamati pada Gambar 4.2. Pada diagram tersebut yang dimaksud plant adalah konverter DC-DC Buck. Oleh karena itu, perlu didefinisikan fungsi alih dari rangkaian konverter DC-DC Buck. Fungsi alih rangkaian tersebut dapat dinyatakan pada persamaan berikut

$$Plant (s) = \frac{\frac{V_i}{LC}}{S^2 + \frac{1}{RC}S + \frac{1}{LC}} \tag{4.1}$$

sedangkan fungsi alih pada Gambar 4.2 dpat dinyatakan sebagai

$$\frac{V_o (s)}{ref (s)} = \frac{PI (s). Plant (s)}{1 + PI(s). Plant(s). Sensor(s)} \tag{4.2}$$

kemudian dengan substitusi persamaan (4.1) menuju pers. (4.2) didapatkan

$$\frac{V_o}{Ref} = \frac{PI(s) \frac{\frac{V_i}{LC}}{S^2 + \frac{1}{RC}S + \frac{1}{LC}}}{1 + PI(s) \frac{\frac{V_i}{LC}}{S^2 + \frac{1}{RC}S + \frac{1}{LC}} \times K} \tag{4.3}$$

$$\frac{V_o}{Ref} = \frac{PI (s) \frac{V_i}{LC}}{S^2 + \frac{1}{RC}S + \frac{1}{LC} + \frac{V_i}{LC} \times PI \times K} \times \frac{S}{S} \tag{4.4}$$

$$\frac{V_o}{Ref} = \frac{\frac{V_i}{LC} Kp S + \frac{V_i}{LC} Ki}{S^3 + \left[\frac{1}{RC}\right] S^2 + \left[\frac{1}{LC} + \frac{V_i}{LC} Kp\right] S + \frac{V_i}{LC} Ki \times K} \tag{4.5}$$

bila nilai komponen serta kebutuhan respon transien dimasukkan pada pers (4.5) didapatkan nilai konstanta Kp sebesar 1 dan Kp sebesar 50.

4.3 Kontroler Arduino Mega

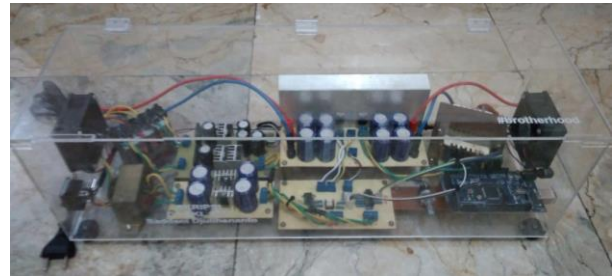
Bedasarkan Gambar 4.2, komponen yang diimplementasikan pada Arduino adalah pengendali PI, pembangkit sinyal penyaklaran serta sensor tegangan. Sensor tegangan keluaran rangkaian terhubung pada pin ANALOG INPUT arduino. Sedangkan untuk pengendali PI dapat menggunakan library yang sudah dibuat pada forum *github*. Untuk pembangkit sinyal, menggunakan PIN PWM yang kemudian diatur sedemikian rupa sehingga dapat menyesuaikan frekuensi penyaklaran sebesar 4 kHz.

5. Implementasi dan Pengambilan Data

Pada bab ini dilakukan uji laboratorium terhadap rangkaian yang telah dibangun. Gambar 7 menunjukkan hardware yang sudah dirakit. Untuk memvalidasi rangkaian, dilakukan uji lup terbuka dan lup tertutup

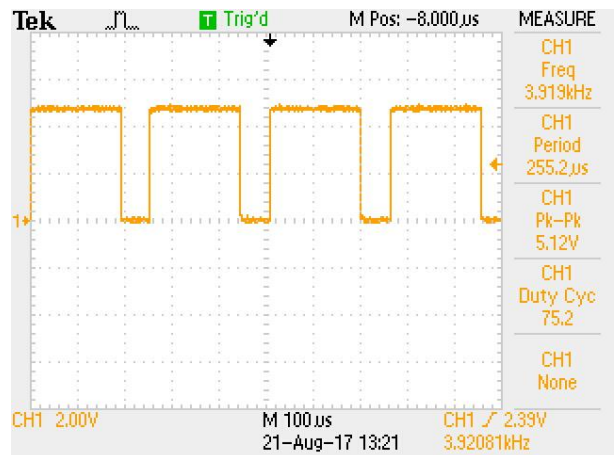
5.1 Uji Lup Terbuka

Uji lup terbuka dilakukan untuk memvalidasi kinerja penyaklaran pada rangkaian daya sebelum dipalिकासikan



Gambar 7 Hasil Implementasi Rangkaian

pengendali PI. Gambar 8 menunjukkan sinyal penyaklaran yang terhubung pada terminal Gate MOSFET. Hal tersebut menunjukkan bahwa penyaklaran dapat berjalan dengan baik pada frekuensi 4 kHz. Hasil uji lup terbuka dilakukan pada setiap nilai *duty cycle* yang bervariasi. Tabel 5.1 menunjukkan hasil percobaan konverter



Gambar 9 Gelombang Penyaklaran saat nilai *duty cycle* sebesar 75%

DC-DC lup terbuka. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa rangkaian daya yang dibangun telah merepresentasikan sifat konverter DC DC Buck yakni memiliki hubungan efisiensi yang berbanding terbalik dengan besarnya nilai *duty cycle*.

Tabel 2 Hasil uji lup terbuka dengan tegangan masukan sebesar 36 V

No	V in	I in	V out	I out	D %	P in	P out	η (%)
1	36	2,25	33	2,44	97	81	80,52	99,41%
2	36	1,9	30	2,26	90	68,4	67,8	99,12%
3	36	1,8	29	2,2	87,5	64,8	63,8	98,46%
4	36	1,26	23,5	1,8	75	45,36	42,3	93,25%

5	36	0,9	20	1,54	62,5	32,4	30,8	95,06%
6	36	0,515	14,5	1,1	50	18,54	15,95	86,03%
7	36	0,265	9,8	0,75	37,5	9,54	7,35	77,04%
8	36	0,08	5,2	0,42	25	2,88	2,184	75,83%

Berdasarkan Tabel 2, performa dari konverter DC-DC Buck sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai *duty cycle*. Hal ini disebabkan semakin kecil tegangan keluaran maka durasi nyala saklar diode juga menjadi lama. Hal ini menyebabkan munculnya rugi-rugi konduksi yang berlebih pada diode. Hal ini diperparah dengan kondisi diode yang digunakan pada percobaan ini adalah diode yang terhubung secara anti parallel pada MOSFET.

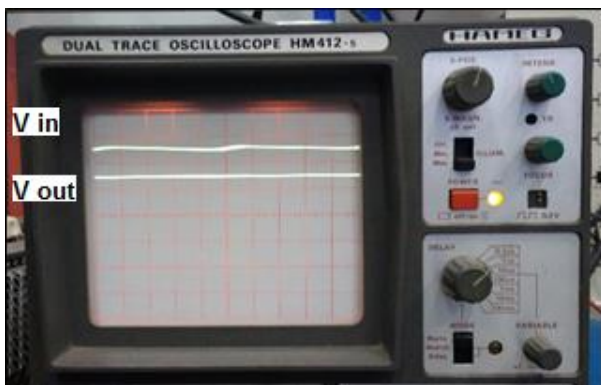
5.2 Uji Lup Tertutup

Hasil dari uji lup tertutup ditunjukkan pada Tabel 3. Dari Tabel tersebut dapat diamati bahwa performa konverter jauh lebih baik ketika dikendalikan dengan sistem lup tertutup. Hampir pada setiap nilai *duty cycle* konverter dapat memberikan nilai efisiensi lebih dari 90%. Selain itu, lup tertutup bekerja dengan baik dengan nilai tegangan keluaran tetap bernilai konstan sebesar 14 V walaupun nilai tegangan masukan yang berubah-ubah.

Tabel 3 Hasil uji lup tertutup dengan nilai setpoint 14 V

No	V in	I in	V out	I out	D %	P in	P out	η (%)
1	30,3	2,1	14	4,2	56	63,63	58,8	92,41%
2	28	2,25	14	4,2	60	63	58,8	93,33%
3	26,15	2,41	14	4,2	64	63,022	58,8	93,30%
4	24,1	2,6	14	4,2	68	62,66	58,8	93,84%
5	21,75	2,9	14	4,2	76	63,075	58,8	93,22%
6	19,04	3,3	14	4,2	85	62,832	58,8	93,58%
7	18,1	3,4	14	4,2	88	61,54	58,8	95,55%
8	17	3,6	14	4,2	91	61,2	58,8	96,08%
9	14,6	4,2	14	4,2	96	61,32	58,8	95,89%

Gambar 5.3 menunjukkan bentuk gelombang tegangan keluaran tetap bernilai konstan walaupun nilai tegangan input yang berubah-ubah. Hal ini menandakan bahwa rangkaian lup tertutup



Gambar 5.3 Bentuk gelombang tegangan masukan dan keluaran

dapat bekerja dengan baik. Dapat disimpulkan bahwa tegangan keluaran (V_{out}) memiliki respon yang baik terhadap perubahan tegangan masukan (V_{in}).

6. Kesimpulan

Suatu implementasi konverter DC-DC Buck dengan kendali tertutup telah berhasil diimplementasikan pada penelitian ini. Kontroler Arduino Mega terbukti dapat mengakomodir kebutuhan pengandali berupa blok pengendali PI dan pembangkit sinyal penyaklaran PWM. Hasil implementasi menunjukkan bahwa performa konverter DC-DC Buck memiliki efisiensi yang cukup baik

- [1] Miarso, Y. (2004). *Menyemai Benih Teknologi Pendidikan*. Jakarta : Preneda Media.
- [2] Norton, P., and Apargue, D. (2001). *Technology for Teaching*. Boston, USA : Allyn and Bacon.
- [3] Diana, F. (2000). *Pengaruh Cara Belajar pada Siswa SMP terhadap Prestasi*. Skripsi. Tidak diterbitkan. Jakarta : Fakultas Psikologi Universitas Indonesia.
- [4] G. Eason, B. Noble, and I.N. Sneddon, "On certain integrals of Lipschitz-Hankel type involving products of Bessel functions," *Phil. Trans. Roy. Soc. London*, vol. A247, pp. 529-551, April 1955. (*references*)
- [5] J. Clerk Maxwell, "A Treatise on Electricity and Magnetism," 3rd ed., vol. 2. Oxford: Clarendon, 1892, pp.68-73.
- [6] I.S. Jacobs and C.P. Bean, "Fine particles, thin films and exchange anisotropy," in *Magnetism*, vol. III, G.T. Rado and H. Suhl, Eds. New York: Academic, 1963, pp. 271-350.
- [7] K. Elissa, "Title of paper if known," belum dipublikasikan.
- [8] R. Nicole, "Title of paper with only first word capitalized," *J. Name Stand. Abbrev.*, in press.