



# SISTEM KONVERTER CUK DENGAN PENGENDALI KALANG TERBUKA (OPEN LOOP)

Andi Faturrahman Wahyu, R M Sisdarmanto Adinandra S.T.,M.Sc.,Ph.D.

Department of Electrical Engineering

Faculty of Industrial Technology Universitas Islam Indonesia

Yogyakarta Indonesia

Email : arthurpopo.fw@gmail.com



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

## Abstrak

Konverter DC adalah alat penyesuaian level tegangan searah yang berfungsi ketika beban membutuhkan tegangan atau arus DC pada level tertentu, sedangkan sumber yang tersedia hanya mampu menyediakan tegangan DC pada level lain. Skripsi ini membahas tentang rancang bangun konverter CUK dengan pengendali kalang terbuka. Tegangan masukan yang diberikan adalah sebesar 10 Volt dengan frekuensi switching 50 KHz. Pengoperasian konverter CUK ini menggunakan kendali PWM yang terdiri dari arduino uno dan Gate driver. Perancangan awal Konverter CUK dilakukan dengan desain menggunakan aplikasi proteus. Konverter CUK ini terdiri 2 rangkaian perangkat keras yaitu rangkaian kendali PWM dan rangkaian utama konverter CUK. Pengujian konverter CUK menggunakan variasi beban yang berbeda yaitu 47Ω, 120 Ω, dan 560 Ω. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengamati tegangan keluaran dari konverter CUK berdasarkan dari pengaturan nilai duty cycle yang diberikan berkisar antara 10%-65%. Saat kondisi duty cycle < 50% Konverter CUK bekerja pada mode buck, sedangkan ketika duty cycle > 50% bekerja pada mode boost. Nilai tegangan keluaran minimal yang dihasilkan konverter CUK adalah -1,1 volt, sedangkan tegangan maksimal adalah -17,12 volt.

**Kata kunci :** duty cycle, konverter CUK, PWM, buck, boost.

## 1. PENDAHULUAN

Sebagai regulator tegangan[2]. Konverter DC-DC sangat berguna untuk beban yang membutuhkan supply daya pada level tertentu sedangkan daya yang tersedia hanya mampu menyediakan tegangan atau arus DC pada level yang lain. Konverter DC-DC terbagi menjadi beberapa topologi yaitu topologi boost konverter, buck konverter, buck boost konverter, sepic konverter, zeta konverter dan CUK konverter[3]. Konverter DC-DC memiliki dua tipe switching yang berbeda yaitu resonant and soft switching konverter, dan hard switching pulse width modulation (PWM) konverter.

Salah satu konverter DC-DC yang sering dijumpai yaitu konverter DC-DC dengan topologi CUK yang menggunakan prinsip switching dengan pulse width modulation (PWM). Konverter jenis ini dapat bekerja menaikkan dan menurunkan tegangan. Prinsip ini sama seperti buck-boost konverter tetapi memiliki perbedaan dari segi rangkaian dan lebih efisien. Permintaan energi listrik dari tahun ke tahun terus meningkat. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu penggunaan komponen elektronik yang penggunaannya tanpa batas dan dapat dijumpai dimana saja baik dalam pemerintahan, rumah tangga, sektor per industri, perusahaan, pabrik, dan bisnis[1]. Barang-barang elektronika tersebut banyak yang tidak efisien karena supply tegangan yang tidak sesuai dengan kebutuhan. Maka dari itu semua barang elektronika membutuhkan alat penghasil tegangan searah.

Salah satu alat penyedia tegangan searah yaitu konverter DC-DC. Konverter DC-DC adalah rangkaian elektronika yang digunakan Rumusan Masalah Mengacu pada latar belakang, maka dapat di rumuskan masalah sebagai berikut : Bagaimana mendesain dan membuat rangkaian konverter CUK dengan pengendali kalang terbuka.

## 2. MODEL MATEMATIS

Konverter CUK merupakan konverter DC-DC dengan besarnya tegangan keluarannya dapat lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukannya, tetapi tegangan keluaran dari konverter ini memiliki polaritas yang terbalik dari tegangan masukannya. Konverter cuk merupakan generasi dari buck-boost konverter, pada dasarnya memiliki prinsip kerja yang mirip topologi switching dan arus di komponen induktor konverter cuk. Untuk membedakan konverter CUK buck maupun boost konverter dapat dilihat pada komponen transfer energinya. Komponen induktor sebagai penyangga pada suplay DC untuk mencegah harmonik yang besar. Besarnya energi ditransfer yang berhubungan dengan induktor bergantung pada besar nilai kapasitornya.

$$V_{out} = V_{in} \left( \frac{D}{1-D} \right) \quad (2.1)$$

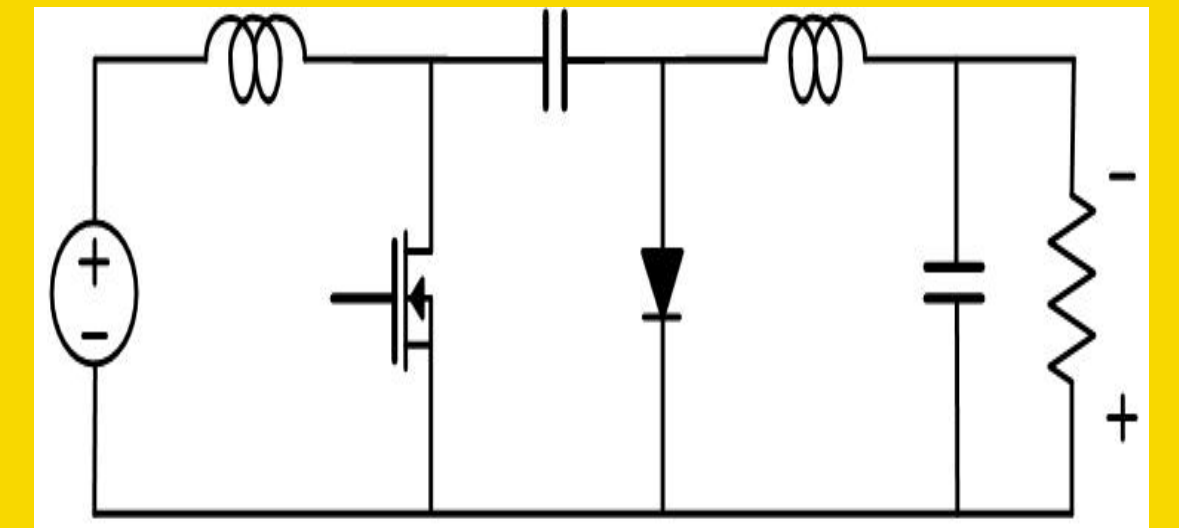
$$I_{out} = \frac{V_{out}}{R} \quad (2.2)$$

$$L = L1 = L2 = \frac{V_{in} \times D_{max}}{\Delta/L \times F_s} \quad (2.3)$$

$$C_{min} > \frac{D_{max}}{F_s \left( \frac{0,05}{V_{out}} \right) R_{min}} \quad (2.4)$$

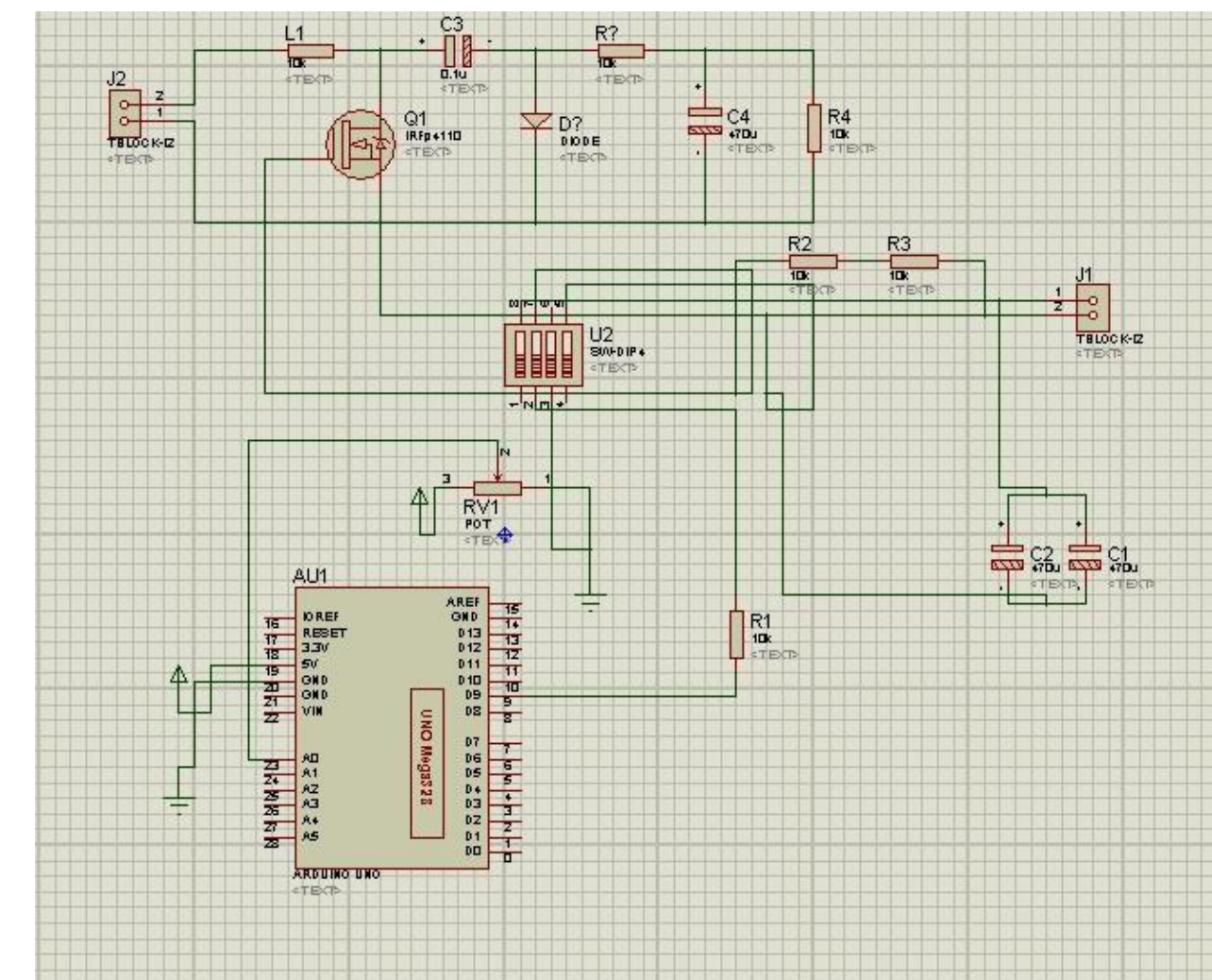
Dimana :

- $C_{min}$  = Kapasitas minimal (μF)
- $R_{min}$  = Resistansi minimal (ohm)
- $\Delta/L$  = Arus rata-rata induktor (Amp)
- L = Induktor (mH)
- $F_s$  = frekuensi switching (KHz)
- $I_{out}$  = Arus keluaran (amp)
- $V_{out}$  = Tegangan Keluaran (volt)
- R = Hambatan
- $V_{out}$  = Tegangan keluaran (volt)
- $V_{in}$  = Tegangan input (volt)
- D = Duty cycle (%)

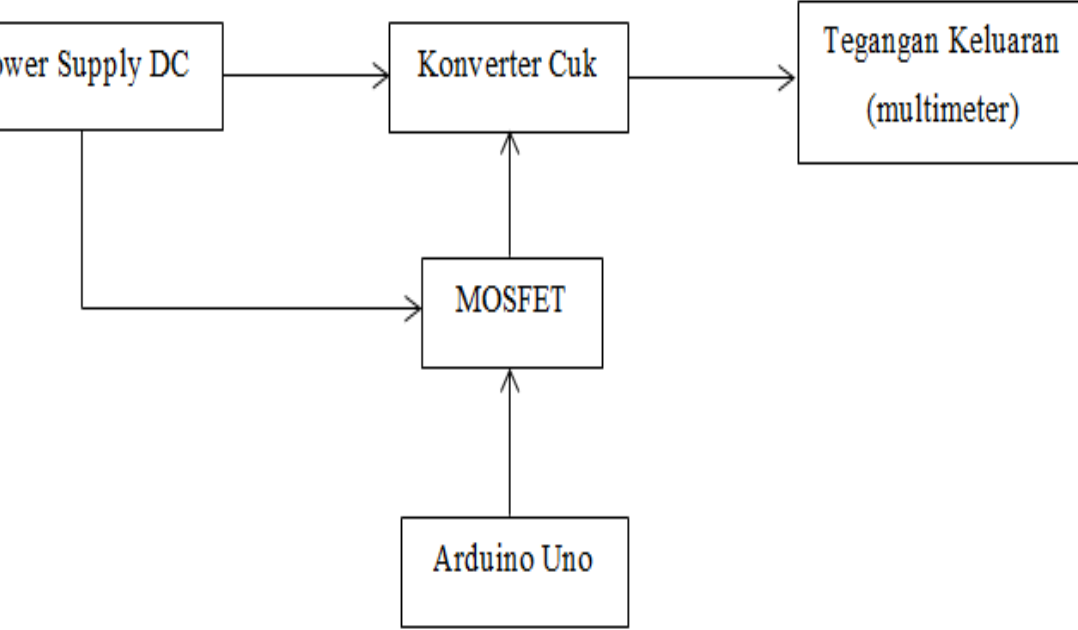


Gambar 2.1 Rangkaian umum konverter cuk

## 3. PERANCANGAN SISTEM



### 1. Desain Sistem



Sumber tegangan perancangan konverter cuk berasal dari power supply. Dalam perancangan konverter cuk digunakan arduino uno yang berfungsi untuk mengendalikan MOSFET. Rangkaian pengendali PWM terdiri dari optocoupler TLP250 dan arduino uno sebagai pengendali.

### 2. Perancangan Sistem Konverter Cuk

Perancangan sistem konverter cuk menggunakan tegangan masukan 10 volt. Perancangan ini terdiri dari 2 hardware yaitu hardware utama untuk konverter cuk dan hardware untuk rangkaian kontrol konverter.

Agar konverter CUK dapat beroperasi, perlu ditambahkan rangkaian pengendali pendukung dalam perancangan sistem. Rangkaian pengendali tersebut yaitu rangkaian PWM. Rangkaian pengendali PWM digunakan sebagai pemacu agar MOSFET dapat bekerja. Pengendali yang digunakan pada rangkaian ini adalah arduino uno. Arduino Uno digunakan untuk memberikan sinyal PWM. Tetapi dalam memberikan sinyal PWM, arduino uno terlebih dahulu diprogram dengan menggunakan library PWM. Hal yang paling utama diatur pada sistem pengendali (arduino uno) yaitu nilai frekuensi switching ( $F_s$ ) dan nilai duty cycle.

Nilai frekuensi switching yang diatur pada arduino sebesar 50KHz. Sedangkan nilai duty cycle yang diatur pada perancangan Konverter CUK berkisar 0-65%. Apabila nilai duty cycle yang diatur melebihi 65% maka akan mengakibatkan drop tegangan yang disebabkan oleh faktor resistansi pada induktor. Perubahan nilai duty cycle dapat diamati saat konverter bekerja secara mode buck (step down konverter) atau mode boost (step up konverter).

Sinyal PWM dari arduino tidak dapat disambungkan langsung ke rangkaian Konverter CUK. Hal ini disebabkan karena tegangan keluaran dari arduino tidak dapat memacu MOSFET on, sehingga dibutuhkan gate driver untuk memacu MOSFET tersebut. Gate driver menggunakan optocoupler TLP250 yang terdiri dari dua sisi yaitu transmitter dan receiver. Keluaran dari sistem kontrol (Arduino Uno) dihubungkan ke sisi transmitter, sedangkan sisi receiver dihubungkan pin gate dan pin source pada MOSFET

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 4.1 Pengujian dengan beban 560 Ω

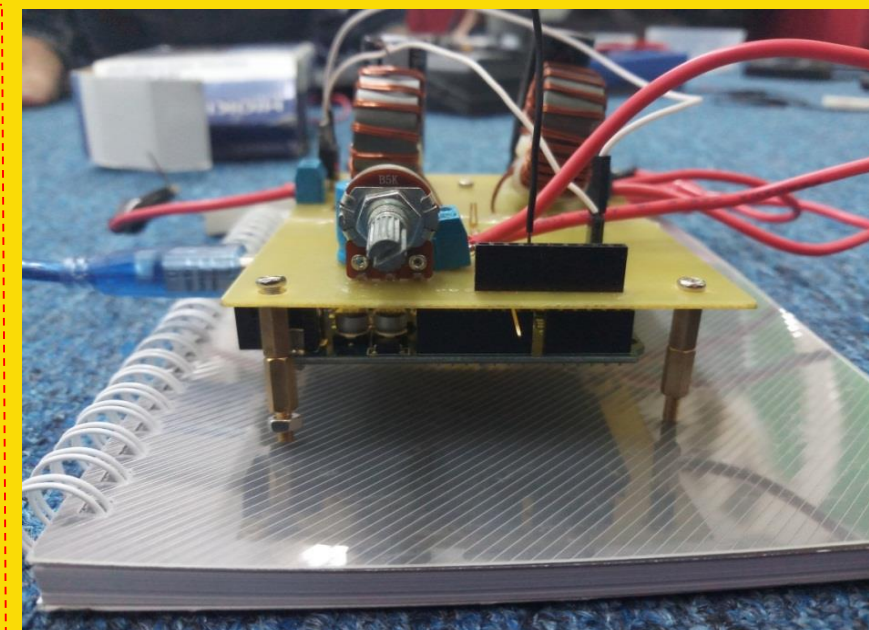
Vin (V)	Im (A)	Pin (Watt)	Duty cycle (%)	Vout			Iout (A)	Pout (Watt)	Efisiensi (%) (Pers. 2.5)
				Matematis (Pers. 2.1)	Pengukuran	Selisih			
10	0,007	0,07	10	1,11	-1,56	2,67	0,01	-0,015	21,42
10	0,009	0,09	15	1,76	-2,19	3,95	0,01	-0,021	23,33
10	0,01	0,1	20	2,5	-2,54	5,04	0,02	-0,050	50
10	0,01	0,1	25	3,33	-3,54	6,87	0,03	-0,070	70
10	0,02	0,2	30	4,28	-4,33	8,61	0,02	-0,129	64,5
10	0,02	0,2	35	5,38	-5,56	10,94	0,03	-0,166	83
10	0,03	0,3	40	6,66	-6,65	13,31	0,04	-0,266	88,67
10	0,05	0,5	45	8,18	-8,5	16,68	0,04	-0,34	68
10	0,05	0,5	50	10	-10	20	0,04	-0,4	80
10	0,06	0,6	55	12,22	-11,6	23,822	0,05	-0,58	96,67
10	0,13	1,3	60	15	-14,7	29,7	0,05	-0,735	56,33
10	0,68	6,8	65	18,57	-17	35,57	0,3	-5,1	75

Berdasarkan Tabel 4.1 diatas dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi nilai duty cycle, maka tegangan keluaran dan arus keluaran semakin besar. Jika nilai duty cycle lebih dari 50% maka konverter CUK berfungsi sebagai boost konverter dan sebaliknya jika nilai duty cycle kurang dari 50% maka konverter cuk berfungsi sebagai buck konverter. Nilai efisiensi terkecil pada pengujian beban 560Ω terletak pada nilai duty cycle 10% sebesar 21,42% sedangkan nilai efisiensi terbesar terdapat pada nilai duty cycle 55% sebesar 96,67%.

Tabel 4.2 Pengujian dengan beban 120Ω

Vin (V)	Im (A)	Pin (Watt)	Duty cycle (%)	Vout			Iout (A)	Pout (Watt)	Efisiensi (%) (Pers. 2.5)
				Matematis (Pers. 2.1)	Pengukuran	Selisih			
10	0,01	0,1	10	1,11	-1,28	2,39	0,01	0,012	12
10	0,01	0,1	15	1,76	-2,03	3,79	0,015	0,030	30
10	0,01	0,1	20	2,5	-2,29	4,79	0,017	0,038	38
10	0,02	0,2	25	3,33	-3,1	6,43	0,024	0,074	37
10	0,02	0,2	30	4,28	-4,06	8,34	0,03	0,121	60,5
10	0,03	0,3	35	5,38	-5,2	10,58	0,04	0,208	69,3
10	0,04	0,4	40	6,66	-6,3	12,96	0,05	0,315	78,75
10	0,07	0,7	45	8,18	-7,7	15,88	0,065	0,500	71,42
10	0,09	0,9	50	10	-9,27	19,27	0,075	0,695	77,22
10	0,14	1,4	55	12,22	-11,31	23,53	0,09	1,017	72,64
10	0,20	2	60	15	-15,8	28,8	0,11	1,518	75,9
10	0,33	3,3	65	18,57	-17,12	35,67	0,13	2,225	67,42

Berdasarkan Tabel 4.2 diatas dapat dijelaskan bahwa semakin tinggi nilai duty cycle, maka tegangan keluaran dan arus keluaran semakin besar. Jika nilai duty cycle lebih dari 50% maka konverter CUK berfungsi sebagai boost konverter dan sebaliknya jika nilai duty cycle kurang dari 50% maka konverter CUK berfungsi sebagai buck konverter. Nilai efisiensi tertinggi pada pengujian beban 120 Ω terletak pada nilai duty cycle 50% sebesar 77,64% sedangkan nilai efisiensi terkecil terdapat pada nilai duty cycle 10% sebesar 12%.



Gambar 4.1 Hasil Perancangan konverter cuk

Dari gambar 4.1 diatas merupakan rangkaian konverter CUK dengan rangkaian kontrol PWM. Pengujian rangkaian konverter CUK diberi tegangan masukan 10 volt sedangkan tegangan masukan kontrol PWM sebesar 15 volt. Harapan yang diinginkan dari perancangan alat ini yaitu agar menghasilkan tegangan keluaran yang lebih besar atau lebih kecil dari tegangan masukan yang diberikan.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan yang dapat ditarik dari hasil perancangan dan pengujian konverter CUK sebagai berikut:

- Tegangan keluaran berbanding terbalik dengan tegangan masukan.
- Jika duty cycle < 50% maka konverter cuk bekerja secara buck sedangkan apabila duty cycle > 50% maka konverter cuk bekerja secara boost.
- Tegangan terkecil yang dihasilkan dari ketiga percobaan beban terdapat pada beban 560Ω dengan tegangan keluaran sebesar -1,1 volt dengan duty cycle 10% sedangkan tegangan keluaran terbesar pada percobaan menggunakan beban 120Ω dengan tegangan 17,12 volt dengan duty cycle 65%.

Saran yang dapat disampaikan penulis jika penelitian ini kedepannya akan dikembangkan yaitu menggunakan jenis induktor transformer agar dapat menahan arus sehingga dapat meminimalisir terjadinya drop tegangan.

## 6. REFERENSI

- [1] Wahyu Hiskia Surbakti dkk, "Analisis Permintaan Riil Energi Listrik di Jawa Tengah dan D.I. Yogyakarta, Diponegoro Journal Of IESP, Volume 2, Nomor 1, Tahun 2013, Halaman 1.
- [2] F.KHELIFI, B.Nadji, Y.CHELALI, "Study Of The Reliability Of Static Converter For Photovoltaic Applicatin", University of Boumerdes, Algeria, 2015.
- [3] Selamat Meliala, "Analisis Tegangan Keluaran DC Step Up Cuk Konverter Menggunakan Fuzzy Logic Kontrol", Journal Of Electrical Technology, Vol.1, No.1, Pebruari 2016.
- [4] Chopper Rashid, M. H, "Power Electronics : Circuit, Devices, and Application", New Jersey : Prentice-Hall International Inc. 1993.