

EFFICIENT POWER SUPPLY for LED's

Legowo Sulistijono¹

Prof. Andreas Graesser¹, **Prof. Heri Mauridy P**¹

¹Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya
Kampus ITS Surabaya

²Hochschule Darmstadt, University of Applied Sciences
Darmstadt, Germany

Email: legowo@eepis-its.edu
Legowo_sulistijono@yahoo.com.

Abstrak

Pada makalah ini akan menyajikan bagaimana efisien sebuah power supply untuk LED. Dengan menggunakan rangkaian buck converter diharapkan dapat memberikan tegangan dan arus pada beban akan menjadi stabil, keuntungan dari penggunaan power supply diharapkan dapat memberikan efisiensi yang cukup tinggi. Dengan simulasi menggunakan EWB kita dapat menghitung besar efisiensi dari rangkaian power supply ini.

Dan disini didapatkan efisiensi sekitar 86 %.

Kata kunci : Power supply, LED's, PWM

1. Pendahuluan

Sumber energi sekarang sudah semakin tipis dan perlu adanya penghematan penggunaan listrik. Untuk itu perlu adanya pengembangan teknologi untuk LED's yang mampu menghemat energi dibandingkan dengan lampu pijar atau lampu TL. Riset tentang penggunaan lampu LED's selalu dikembangkan karena LED's sangatlah cocok untuk lampu penerangan yang hemat energi, serta lampu LED's mempunyai umur yang panjang, intensitas yang tinggi serta tidak panas. Dengan menggunakan simulasi dengan EWB diharapkan dapat untuk menghitung efisiensi dari rangkaian power supply untuk LED. Mengapa Lampu LED sekarang ini banyak digunakan sebagai lampu penerangan, Traffic light dan lampu hias. Karena LED mempunyai beberapa keuntungan diantaranya :

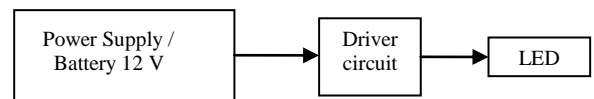
- Hemat energi karena pemakaian daya yang rendah
- Mempunyai umur pemakaian yg relatif panjang
- Intensitas cahayanya besar
- Tidak panas
- Mudah didisain dalam panel
- Mempunyai ukuran dimensi yang paling kecil
- Tahan jatuh dan tahan getaran
- Tidak ada radiasi UV atau radiasi IR

- Cahaya lurus (spot light)
- Banyak warna
- Tidak banyak memerlukan perawatan
- Distribusi sinar lebih merata
- Mampu menggunakan back-up baterai dan mampu menyimpan daya dari solar cell

Beberapa klasifikasi dari power supply berdasarkan topologi rangkaian :

- Buck converter (single inductor; tegangan output < tegangan input)
- Boost converter (single inductor; tegangan output > tegangan input)
- buck-boost converter (single inductor; tegangan output dapat menjadi lebih besar atau kecil dari tegangan input)

2. Power Supply



Gambar 1. Blok diagram Power supply untuk LED

DC power supply ini akan memberikan tegangan pada LED melalui rangkaian driver, driver ini nantinya yang akan mengatur kestabilan arus agar LED tidak mudah rusak akibat arus atau tegangan yang tidak konstan.

Lampu LED merupakan jenis Solid State Lighting (SSL) artinya lampu yg menggunakan kumpulan LED, benda padat, sebagai sumber pencahayaannya sehingga tidak mudah rusak bila terjatuh atau bohlamnya pecah. Kumpulan LED diletakkan dengan jarak yang rapat untuk memperterang cahaya. Lampu LED mempunyai umur kurang lebih 100.000 jam. Umumnya LED mempunyai warna 4 macam yaitu : merah, kuning, hijau dan biru. Untuk menghasilkan sinar putih yang sempurna, spektrum cahaya dari warna-warna tersebut

digabungkan. Yang paling umum dilakukan adalah pencampuran warna Red, Green dan Blue yg dikenal dgn RGB, sampai sekarang masih terus dikembangkan untuk menghasilkan LED dengan komposisi warna seimbang dan berdaya tahan lama. Lampu LED dapat menekan pemanasan global dan mengurangi emisi karbon dunia. Bila lampu LED digunakan di seluruh dunia maka total energi listrik untuk penerangan dapat berkurang hingga 50%.

2.1 Perbandingan Biaya Pemakaian Lampu TL Hemat Energi Dengan Lampu LED

	Compact Fluor. 13W Mini twist	CC Vivid Plus 36 LED 2,5 W
Usia maksimal	8.000 jam	60.000 jam
Jumlah Bohlam dlm 60 rb jam	7,5	1
Biaya bohlam perkiraan Rp	7,5x50.000= 375.000	450.000
Energi (60 rb jam)	780 kWh	150 kWh
Biaya Listrik (Rp700/kWh)	546.000	105.000
Total biaya (Rp)	921.000	555.000

Tabel 1. Perbandingan antara lampu CC Vivid Plus 36 LED 2,5 W dgn Compact Fluor. 13 W Mini Twist

Dari hasil tabel diatas kita dapat berhemat Rp 366.000 dengan satu lampu LED. Memang bukan perbedaan yg terlalu besar, namun untuk menekan pemanasan global, hal sekecil apapun dapat membawa perubahan besar.

Contoh di negara jepang penggantian lampu pada traffict Light dari lampu pijar menjadi lampu LED utk seluruh Jepang senilai dgn penghematan tidak kurang dari 865 juta kWh pertahun. Ini setara dengan 214.000 kilo liter minyak mentah. Dan penghematan CO2 nya setara dengan penanaman 87 juta pohon di hutan.

Contoh hitungan mudahnya:

Satu unit Traffict Light dgn LED membutuhkan daya 15 Watt, berarti 55 W lebih hemat daripada lampu pijar 70 W. Dan untuk Traffict Light bagi pejalan kaki penghematannya sebesar 45 W yaitu dari 60 W menjadi 15 W. Jumlah Traffict Light di Jepang sekitar 1,1 juta unit utk kendaraan dan 850.000 utk pejalan kaki.

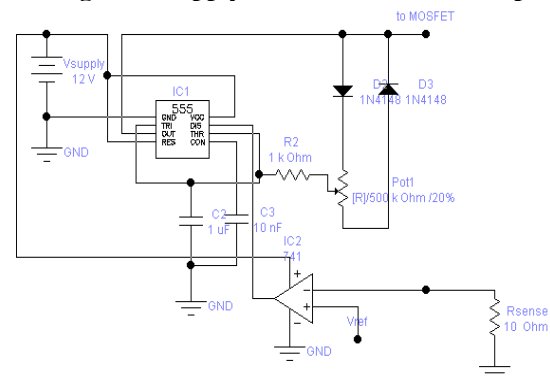
Dengan asumsi lampu Traffict Light harus menyala selama 24 jam X 365 hari, maka penghematan energinya senilai :

- Lampu untuk kendaraan 55 W x 24 jam x 365 hari x 1,1 juta unit = 529,98 juta kWh.

- Lampu utk pejalan kaki 45 W x 24 jam x 365 hari x 850.000 unit = 335,07 juta kWh, maka totalnya adalah 865 juta kWh

Dari sisi lain bisa juga energi yg dibangkitkan dengan asumsi adanya losses 5%, untuk mendapatkan energi sebesar 865 juta kWh, setasiun pembangkit listrik harus membangkitkan energi sebesar 910 kWh. Karena untuk menghasilkan 1 kWh diperlukan 0,2356 liter minyak mentah. Maka untuk membangkitkan 910 kWh diperlukan 214.000 kilo liter minyak mentah, angka tsb bukanlah angka yang kecil utk sebuah usaha penghematan energi yang berupa satu hal saja yaitu Traffict Light.

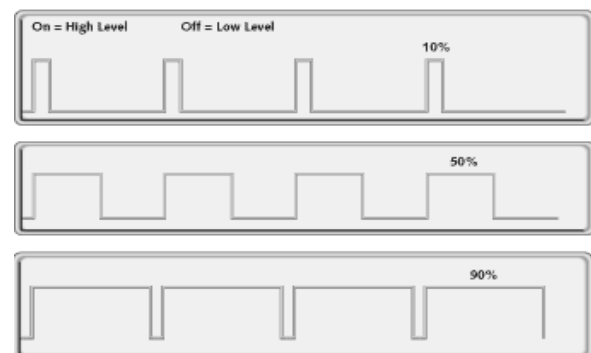
3. Rangkaian Supply Dan Driver untuk LampuLED



Gambar 2. Rangkaian Power supply untuk LED

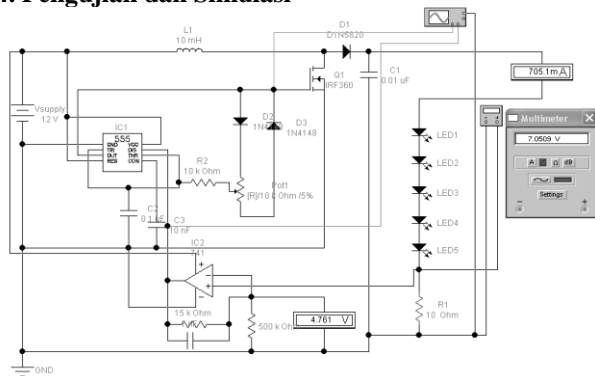
Rangkaian Driver untuk Lampu LED dapat dibentuk dari IC 555 sebagai PWM dan IC 741 sebagai comparator dan tegangan referensinya sebesar 4,76 volt dan Rsense sebagai pembagi tegangan dari beban LED.

Output PWM berupa sinyal Persegi yang akan mentrigger transistor MOSFET IRF 360. Pulsa dari PWM ini mempunyai bentuk seperti gambar di bawah ini dimana pada PWM mempunyai Pulsa Ton dan Toff, dar sini dapat dihitung nilai Dutycycle-nya (D).



Gambar 3. Bentuk Gelombang untuk Duty Cycle

4. Pengujian dan Simulasi



Gambar 4. Rangkaian Power Supply untuk driver LED

$$Duty\ cycle\ (D) = \frac{\tau_{on}}{T} \times 100\%$$

$$Time/div = 0,1\ s/div$$

$$T = \tau_{on} + \tau_{off}$$

$$\tau_{on} = 4,2\ div \times 0,1\ s/div$$

$$T = 4,6\ div \times 0,1\ s/div$$

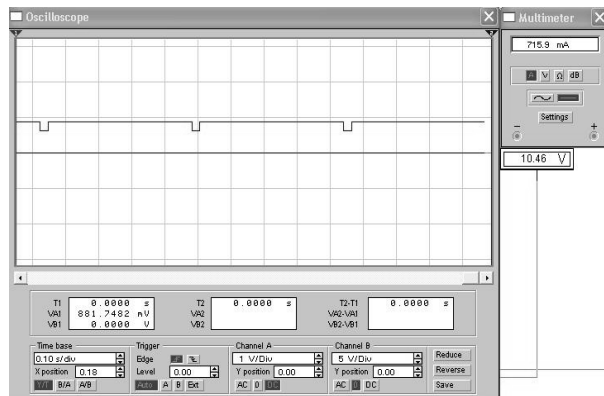
$$D = \frac{4,2}{4,6} \times 100\% = 91,3\%$$

$$P_{OUT} = V_{OUT} \times I_{OUT} = V_{LED} \times I_{LED} = 10,46 \times 715,8\ mA = 7487,268\ mW$$

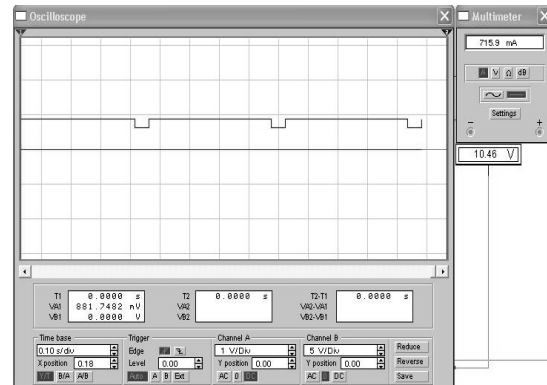
$$P_{IN} = V_{IN} \times I_{IN} = 12 \times 720,4\ mA = 8644,8\ mW$$

$$Efficiency\ (\eta) = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\%$$

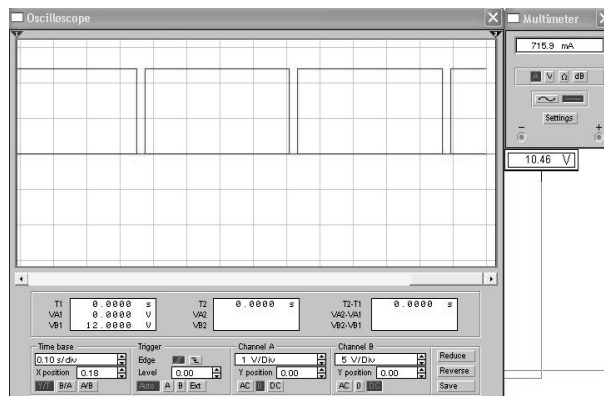
$$\eta = \frac{7487,268}{8644,8} \times 100\% = 86,61\%$$



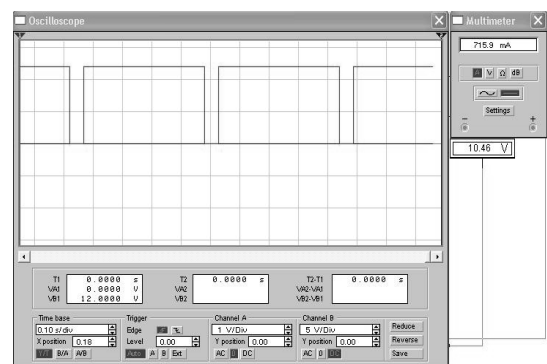
Gambar 5. Gelombang Input dari IC 555 untuk $C_2=1\mu F$; $R_{POT1} = 5\%$.



Gambar 7. Gelombang Input dari IC 555 untuk $C_2=1\mu F$; $R_{POT1} = 10\%$.



Gambar 6. Gelombang Output dari IC 555 untuk $C_2=1\mu F$; $R_{POT1} = 5\%$.



Gambar 8. Gelombang Output dari IC 555 untuk $C_2=1\mu F$; $R_{POT1} = 10\%$.

Hasil perhitungan efisiensi dari gambar 5 dan gambar 6 adalah :

$$V_{IN} = 12\ V$$

$$I_{IN} = 720,4\ mA$$

$$I_{OUT} = I_{LED} = 715,8\ mA$$

$$V_{LOAD} = V_{LED} = 10,46\ V$$

Hasil perhitungan gambar 7 dan gambar 8 adalah :

$$V_{IN} = 12\ V$$

$$I_{IN} = 720,3 \text{ mA}$$

$$I_{OUT} = I_{LED} = 715,8 \text{ mA}$$

$$V_{LOAD} = V_{LED} = 10,46 \text{ V}$$

$$Duty\ cycle (D) = \frac{\tau_{on}}{T} \times 100\%$$

$$Time/div = 0,1 \text{ s/div}$$

$$T = \tau_{on} + \tau_{off}$$

$$\tau_{on} = 4,1 \text{ div} \times 0,1 \text{ s/div}$$

$$T = 4,6 \text{ div} \times 0,1 \text{ s/div}$$

$$D = \frac{4,1}{4,6} \times 100\% = 89,13\%$$

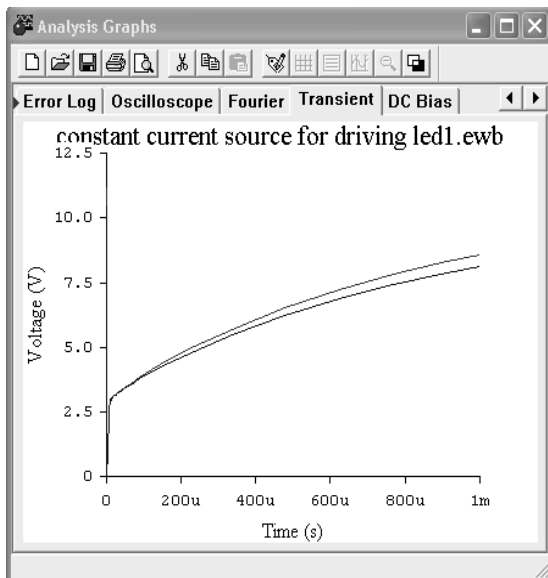
$$P_{OUT} = V_{OUT} \times I_{OUT} = V_{LED} \times I_{LED} = 10,46 \times 715,8 \text{ mA} = 7487,268 \text{ mW}$$

$$P_{IN} = V_{IN} \times I_{IN} = 12 \times 720,3 \text{ mA} = 8643,6 \text{ mW}$$

$$Efficiency (\eta) = \frac{P_{OUT}}{P_{IN}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{7487,268}{8643,6} \times 100\% = 86,62\%$$

Dari hasil diatas maka nilai efisiensinya berkisar 86 %, sehingga dapat dikatakan bahwa Power supply untuk LED sangat efisien.



Gambar 9. Transient dari Output and Input PWM untuk $C_2=1 \mu\text{F}$; $R_{POT1}=5\%$.

Gambar diatas menunjukkan kurva bahwa input lebih besar sedikit dari output ini menunjukkan buck converter dan disini dapat dilihat bahwa efisiensinya cukup tinggi karena perbedaan tegangan yang tidak terlalu besar antara tegangan input dan tegangan outputnya dan juga untuk arus input dan arus outputnya.

5. Kesimpulan

Dari hasil simulasi dari rangkaian power supply didapatkan efisiensi yang cukup tinggi yaitu berkisar 86%.

Output pada beban mempunyai tegangan yang konstan sebesar 10,46 volt.

6. Daftar Pustaka

- [1]. I. Moreno (2006). "LED Intensity Distribution". International Optical Design, Technical Digest. Retrieved on 2007-08-13
- [2]. http://www.osram.com/osram_com/Professionals/Opto_Semiconductors
- [3]. http://www.maxim-ic.com/appnotes.cfm/an_pk/1804
- [4]. <http://en.wikipedia.org/wiki/LED>
- [5]. "Nichia Unveils White LED with 150 lm/W Luminous Efficiency", Tech-On!, December 21, 2006. Retrieved on 2007-08-13
- [6]. http://www.theledlight.com/power_bulbdata.html
- [7]. <http://www.roithner-laser.com>
- [8]. http://services.eng.uts.edu.au/~venkat/pe_html/ch07s3/ch07s3p1.htm#intro
- [9]. <http://www.dprg.org/tutorials/2005-11a>
- [10]. Mohan, N., Undeland, T., Robbins, W. P., "Power Electronics: Converters, Applications, and Design, John Willey & Sons, Inc., 1995.
- [11]. Energy Savings Calculator for Replacing Light Bulbs (XLS). productdose.com. Retrieved on 2007-08-13.
- [12]. Moreno, I., "Spatial distribution of LED radiation," in The International Optical Design Conference, Proc. SPIE vol. 6342, 634216:1-7 (2006).