

DESAIN KONVERTER BOOST DENGAN METODE KECERDASAN BUATAN BERBASIS MIKROKONTROLER STM32F103C8

Denny Irawan

Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Gresik

E-mail : den2mas@umg.ac.id

JL. Sumatra No 101, Gresik 61121, Jawa Timur

Abstract

Energy conversion is needed to serve load characteristics according to consumer needs. Some of the human energy conversion techniques to date include: AC to DC (Rectifier), AC to AC (AC Controller), DC to AC (Inverter), DC to DC (Chopper). The use of electromechanical switching has begun to be reduced or even abandoned and replaced by electrical switching which has very high switching speeds. The energy conversion technique also includes the regulation of the output voltage produced by a converter so that current research is leading to the design of a reliable converter. Boost Converter is a converter that functions to regulate and increase the output voltage of the source voltage by setting its duty cycle. The optimal duty cycle value to produce the output voltage that is in accordance with the target, can be determined using the Flower Pollination (FPA) algorithm, together with the current sensor as feedback, and then controlled by the STM32F103C8 Microcontroller.

Keyword : Boost Converter, Flower Pollination Algorithm (FPA), STM32F103C8

1. Latar belakang

Saat ini hampir seluruh komponen elektronik memerlukan catu daya DC. Kebutuhan catu daya DC ini mulai dari skala tegangan rendah seperti yang digunakan pada mikroprosesor dan IC, tegangan menengah seperti pada motor-motor listrik dan generator, sampai pada skala tegangan tinggi untuk transmisi listrik tegangan tinggi. Karena penggunaan catu daya DC yang luas ini, diperlukan suatu sistem yang dapat mengkonversikan tegangan DC dari suatu tingkat tegangan tertentu ke tingkat tegangan lain sesuai kebutuhan pemakaian. Sistem ini harus dapat bekerja secara efisien dan keluaran tegangannya pun harus memiliki kualitas yang baik [1].

Perkembangan teknologi komponen dan rangkaian elektronika telah mampu menghasilkan sistem penyedia daya tegangan searah (DC),

yang dihasilkan melalui konversi tegangan DC masukan ke bentuk tegangan DC keluaran yang lebih tinggi atau lebih rendah. Konversi tegangan DC ini biasa disebut sebagai konverter DC-DC.

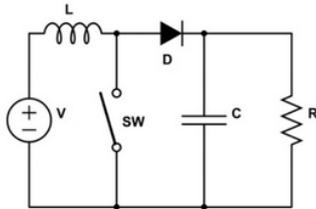
Pada perkembangannya, dengan penerapan konverter DC-DC telah memungkinkan suatu perangkat elektronika dapat berfungsi dengan menggunakan sumber energi baterai yang berukuran kecil dimana tegangan keluarannya dapat diubah - ubah sesuai kebutuhan pemakaian.

Hingga saat ini, berbagai konfigurasi konverter DC-DC telah banyak dikembangkan, diantaranya adalah jenis DC-DC konverter *Boost*. Konverter *Boost* merupakan salah satu *Switching Regulator* yang dapat menjawab kebutuhan akan kebutuhan tegangan yang berbeda - beda.

2. Dasar Teori

Konverter *Boost*

Konverter *Boost* dikenal sebagai konverter DC yang mampu menghasilkan tegangan keluaran rata-rata V_o yang lebih tinggi dibanding tegangan rata-rata sumber V_s [2]. Diagram rangkaian konverter *Boost* dengan menggunakan saklar power semikonduktor ditunjukkan pada gambar 1.

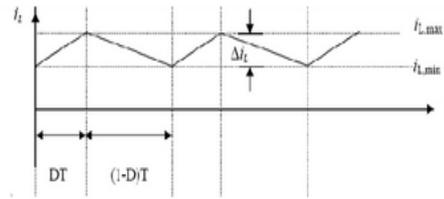


Gambar 1. Rangkaian konverter *Boost*

Cara kerja konverter *Boost* dijelaskan dalam 2 mode, mode 1 yaitu pada saat saklar konduksi, dalam hal ini pada $t=0$ hingga $t=t_1$, arus akan mengalir dari sumber melalui induktor L dan beban R. Kondisi ini disebut pula periode pengisian arus induktor. Harga arus sesaat dimulai dari 0, perlahan naik hingga maksimum.

Mode 2 diamati pada saat saklar Off, yaitu pada $t=t_1$ hingga saklar dinyalakan pada periode berikutnya. Pada mode 2, dioda *freewheeling* D akan konduksi karena adanya aliran arus pengosongan dari induktor. Karena arus yang mengalir adalah arus pengosongan induktor, dan induktor bersifat induktif murni (tidak ada nilai resistansi) maka arus akan membentuk kurva linier yang menurun.

Gambar 2 menunjukkan kurva arus yang mengalir melalui induktor L. Jika resistansi pada induktor adalah 0 (induktif murni), maka arus yang mengalir pada induktor akan naik secara linier dari 0 ke I_{LMax} pada waktu $t=0$ selama periode DT. Demikian juga pada saat saklar Off, arus akan menurun linier selama periode $(1-D)T$.



Gambar 2. Arus Induktor

Terdapat 2 kemungkinan mode arus yang mengalir yaitu :

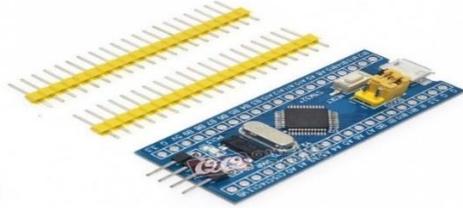
- Mode arus kontinu atau *Continuous Current Mode* (CCM)
- Mode arus diskontinu atau *Discontinuous Current Mode* (DCM)

Mikrokontroler STM32F103C8

STM32 berbasis inti prosesor 32 bit RISC ARM Cortex-M7, Cortex-M4F, Cortex-M3, Cortex-M0+, dan Cortex-M0 dari STMicroelectronics.

Mikrokontroler ini mempunyai frekuensi clock tinggi, umumnya berada pada kisaran 72MHz atau lebih. ARM merupakan singkatan dari *Advanced RISC Machine*, sebuah prosesor 32-bit dengan tipe RISC. ARM Cortex ditujukan untuk aplikasi yang sifatnya embedded seperti mikrokontroler, sistem kendali otomotif, printer serta sistem jaringan baik yang wired maupun wireless. Cortex-M digunakan pada mikrokontroler dengan kelebihan pada kecepatan kinerja dengan konsumsi daya yang rendah. Sedangkan Cortex-R dipakai pada aplikasi real-time [3]. STM32F103C8 yang ditunjukkan pada Gambar 3, menggabungkan core RISC ARM®Cortex®-M3 32-bit berkinerja tinggi yang beroperasi pada frekuensi 72 MHz, memori tertanam berkecepatan tinggi (memori Flash hingga 128 Kbytes dan SRAM hingga 20 Kbytes), dan berbagai pilihan I / Os yang disempurnakan dan periferal terhubung ke dua bus APB. Semua perangkat menawarkan dua ADC 12 bit, tiga timer 16 bit umum dan satu timer PWM, serta antarmuka komunikasi standar dan

lanjutan: hingga dua I2C dan SPI, tiga USART, USB dan CAN [3]



Gambar 3. Mikrokontroler STM32F103C8

Modul Sensor Tegangan

Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Bentuk modul sensor tegangan seperti ditunjukkan pada gambar 4 berikut :



Gambar 4. Sensor Tegangan

LCD

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan seven-segment dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan sandwich memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan reflektor. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadigelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan [5].



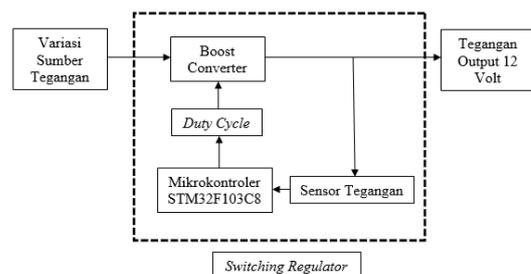
Gambar 5. LCD

Flower Pollination Algorithm (FPA)

Diperkirakan ada lebih dari seperempat juta jenis tanaman bunga di Alam dan bahwa sekitar 80% dari semua spesies tanaman adalah spesies bunga. Tujuan utama bunga pada akhirnya adalah reproduksi melalui penyerbukan. Penyerbukan bunga biasanya dikaitkan dengan pemindahan serbuk sari, dan pemindahan semacam itu sering dikaitkan dengan penyerbuk seperti serangga, burung, kelelawar, dan hewan lainnya. Bahkan, beberapa bunga dan serangga telah berevolusi bersama menjadi kemitraan penyerbuk bunga yang sangat khusus. Sebagai contoh, beberapa bunga hanya dapat menarik dan hanya dapat bergantung pada spesies serangga tertentu untuk penyerbukan yang berhasil [7].

2. Perencanaan dan Pemodelan Konverter Boost

Pada bagian ini akan dibahas mengenai perencanaan, pemodelan dan pembuatan alat. Diagram blok dari sistem secara keseluruhan adalah seperti ditunjukkan pada Gambar 6 berikut.



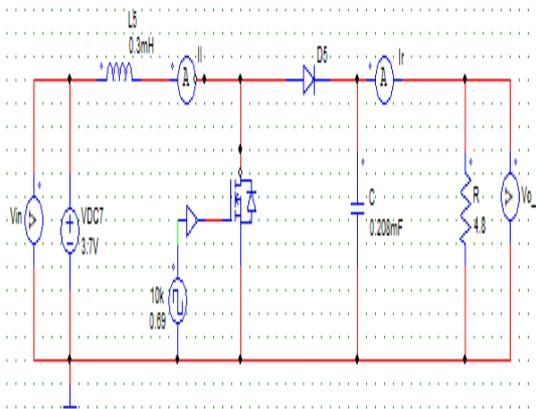
Gambar 6. Skema Rancangan Konverter Boost

Dengan data komponen yang digunakan seperti pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Parameter Perencanaan Konverter *Boost*

Parameter	Nilai
V_s	12 VDC
S	Saklar
D	Dioda
L	0.53 H
C	0.1 mF
R	1 k Ω
Frekuensi PWM	10 kHz
Thyristor	IRF 540N

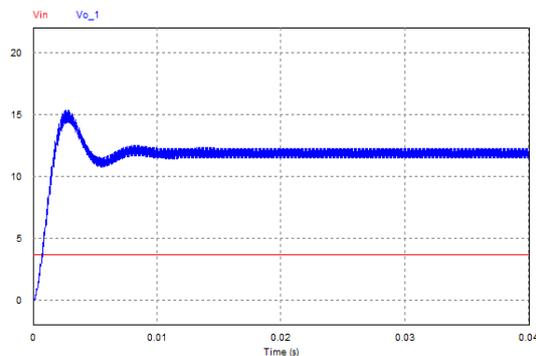
Nilai parameter pada Tabel 1 dimodelkan pada Psim 9.3.4 sesuai gambar 7.



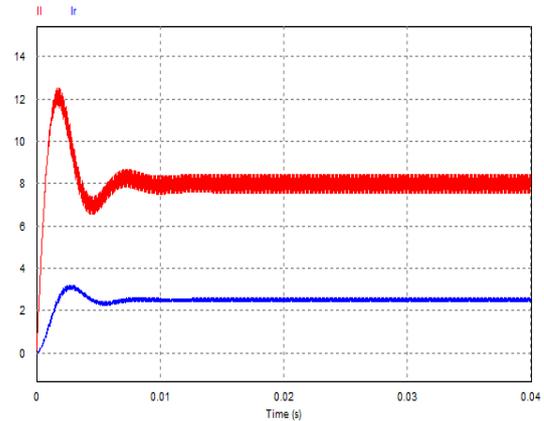
Gambar 7. Pemodelan konverter *Boost*

3. Pembuatan Alat Dan Analisa Hasil

Dari hasil pemodelan konverter *Boost* pada Psim 9.3.4 didapatkan hasil tegangan output sebagai berikut :



Gambar 8. Kurva tegangan V_i dan V_o



Gambar 9. Kurva Arus I_i dan I_o

Gambar 8 adalah plot tegangan input dan output, sedangkan gambar 9 adalah plot arus input dan output. Dari hasil simulasi didapatkan tegangan output V_o sebesar 12 Volt untuk *duty cycle* = 0,69.

Analisis

Tegangan output (V_o)

$$V_o = \frac{V_s}{1-D}$$

Untuk *Duty Cycle* (D) = 69% maka tegangan output konverter :

$$V_o = 0,31 \cdot 3,7 = 12 \text{ Volt}$$

Ripple Arus

$$L = \frac{V_s (1-D) \cdot D}{\Delta I \cdot F}$$

$$\Delta I = \frac{V_s (1-D) \cdot D}{I \cdot F}$$

$$= \frac{12 (1-0,5) \cdot 0,5}{0,53 \cdot 10^{-6} \cdot 6 \cdot 10^4}$$

$$= 566,038$$

Ripple Tegangan

$$C = k \cdot V_s + \Delta V \frac{1-D}{F \cdot R \cdot \Delta V}$$

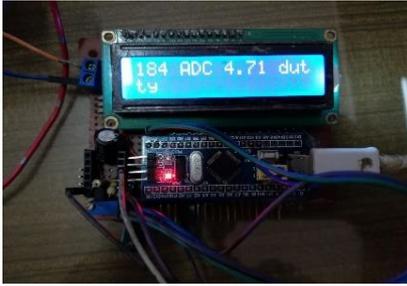
$$= V_{\text{maks}} \frac{1-D}{F \cdot R \cdot \Delta V}$$

$$\Delta V = V_{\text{maks}} \frac{1-D}{F \cdot R \cdot C}$$

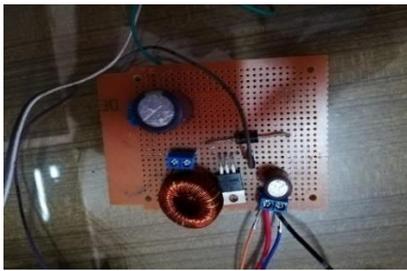
$$= 12 \cdot \frac{1-0,5}{10^4 \cdot 4 \cdot 10^3 \cdot 0,1 \cdot 10^{-6}}$$

$$= 0,006 \cdot 10^{-6}$$

Hasil perencanaan diterapkan pada alat sebagai berikut :



Gambar 10. Rangkaian PWM dan display



Gambar 11. Rangkaian konverter Boost

Gambar 10 adalah rangkaian Microcontroller STM32F103C8 sebagai penghasil sinyal PWM, lengkap dengan sensor tegangan, ADC dan LCD. Sedangkan gambar 11 adalah rangkaian konverter Boost sesuai hasil perencanaan. Hasil dari perencanaan konverter Boost sesuai pada tabel 2 dan 3 berikut :

Pengujian konverter Boost

Tabel 2 Pengujian konverter Boost

No	dutty	output (V)	input (V)	input (A)
1	5%	192.6	17.9	0.02
2	6%	193.2	17.9	0.02
3	7%	195.3	17.9	0.02
4	8%	196.5	17.9	0.03
5	9%	197.9	17.9	0.04
6	10%	199.2	17.9	0.05
7	11%	200.7	17.9	0.06
8	12%	201.8	17.9	0.07
9	13%	203	17.9	0.08
10	14%	204.4	17.9	0.09
11	15%	206.9	17.9	0.11
12	16%	208.5	17.9	0.13
13	17%	209.4	17.9	0.14
14	18%	211	17.9	0.16
15	19%	212.7	17.9	0.18
16	20%	214.8	17.9	0.21
17	21%	216.7	17.9	0.23
18	22%	219.5	17.9	0.27
19	23%	221.3	17.9	0.29
20	24%	225.2	17.9	0.35
21	25%	229.1	17.9	0.41
22	26%	229.7	17.9	0.42
23	27%	233.3	17.9	0.48
24	28%	235.8	17.9	0.53
25	29%	237.9	17.9	0.57
26	30%	242.7	17.9	0.68
27	31%	243.9	17.9	0.72
28	32%	252	17.9	0.85
29	33%	253.8	17.9	0.92
30	34%	256.7	17.9	1.03
31	35%	259.7	17.9	1.16
32	36%	265.1	17.9	1.3
33	37%	269	17.9	1.5

Pengujian Konverter Boost Dengan Algoritma FPA

Tabel 2 Pengujian Konverter Boost Dengan Algoritma FPA

No	Hasil pengukuran alat				Hasil FFA		
	Input (V)	Input (A)	Dutty cycle	output (V)	WP	dutty cycle	dutty error
1	17.9	0.78	0.060	193.2	150.389206	0.0602	0.33
2	17.9	0.77	0.070	195.3	149.640212	0.0737	5.29
3	17.9	0.76	0.080	196.5	150	0.0799	0.13
4	17.9	0.76	0.090	197.9	149.574753	0.0881	2.11
5	17.9	0.75	0.100	199.2	149.050559	0.0961	3.90
6	17.9	0.74	0.110	200.7	148.65182	0.1061	3.55
7	17.9	0.73	0.120	201.8	147.934068	0.1192	0.67
8	17.9	0.73	0.130	203	147.269089	0.1215	6.54
9	17.9	0.72	0.140	204.4	146.72632	0.1311	6.36
10	17.9	0.71	0.150	206.9	146.940293	0.1434	4.40
11	17.9	0.70	0.160	208.5	146.480585	0.1477	7.69
12	17.9	0.69	0.170	209.4	145.506756	0.1592	6.35
13	17.9	0.69	0.180	211	144.996927	0.1709	5.06
14	17.9	0.68	0.190	212.7	144.527182	0.1817	4.37
15	17.9	0.67	0.200	214.8	144.296655	0.1859	7.05
16	17.9	0.66	0.210	216.7	143.897553	0.1911	9.00
17	17.9	0.66	0.220	219.5	144.05634	0.2119	3.68
18	17.9	0.65	0.230	221.3	143.519751	0.2237	2.74
19	17.9	0.64	0.240	225.2	144.297309	0.2399	0.04
20	17.9	0.63	0.250	229.1	145.010606	0.2444	2.24
21	17.9	0.63	0.260	229.7	143.596459	0.2596	0.15
22	17.9	0.62	0.270	233.3	144.021277	0.2667	1.22
23	17.9	0.61	0.280	235.8	143.715576	0.2781	0.68
24	17.9	0.60	0.290	237.9	143.126239	0.2831	2.38
25	17.9	0.59	0.300	242.7	144.103211	0.298	0.67
26	17.9	0.59	0.310	243.9	142.891551	0.3084	0.52
27	17.9	0.58	0.320	252	145.644931	0.3173	0.84
28	17.9	0.57	0.330	253.8	144.674853	0.3237	1.91
29	17.9	0.56	0.340	256.7	144.290451	0.3333	1.97
30	17.9	0.55	0.350	259.7	143.911235	0.3495	0.14
31	17.9	0.55	0.360	265.1	144.790861	0.3529	1.97
32	17.9	0.54	0.370	269	144.772736	0.3593	2.89
rata - rata error %							3.03

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengujian alat konverter Boost dengan metode Flower Pollination Algorithm (FPA), maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Sensor tegangan mempunyai toleransi kesalahan 2% dari ring pengukuran 2.9V sampai 30V, sumber pengukuran DC kurang murni tidak dianjurkan untuk bahan pengukuran, karena hasil dari DC kurang murni menyebabkan ketidak setabilan pengukuran.
2. Duty cycle PWM dengan algoritma FPA memberikan hasil yang lebih teliti.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan dan penyusunan penelitian ini. Terutama Universitas Muhammadiyah Gresik yang telah memberi dana riset internal dosen

yang diberikan kepada penulis dalam riset ini.

5. Daftar Pustaka

- [1] Ashari, Mochammad., “*Desain Konverter Elektronika Daya*, INFORMATIKA Bandung,2017.
- [2] Ashari, Mochammad., “*Sistem Konverter DC, Desain Rangkaian Elektronika Daya*, ITS Press,2012.
- [3] Glover, B. J., *Understanding Flowers and Flowering: An Integrated Approach*, Oxford University Press, (2007).

- [4] Muhammad H Rashid,”*Power Electric Circuit Devices and Application*”,3rd Ed, Prentice Hall, 2004
- [5] Pavlyukevich I., L’evy flights, non-local search and simulated annealing, *J. Computational Physics*, 226, 1830-1844 (2007).
- [6] Yang, X. S., *Engineering Optimization: An Introduction with Metaheuristic Applications*, Wiley (2010)