

**PEMODELAN DAN SIMULASI KONVERTER DC-DC BOOST DENGAN
KONTROL ARUS RAMP COMPARISON CURRENT CONTROL PADA
PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA**

**MODELING AND SIMULATION OF DC-DC BOOST CONVERTERS WITH
COMPARISON CURRENT CONTROL RAMP FLOWS IN SOLAR POWER PLANT**

Hazlif Nazif

Jurusan Teknik Elektro, Universitas Ekasakti Padang

Email: hazlif_n@yahoo.co.id

ABSTRAK : Pemanfaatan peralatan elektronik yang bertegangan DC yang tinggi, yang dipergunakan semakin meningkat dalam dunia industri, perkantoran, rumah tangga dan transportasi. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di daerah-daerah yang terpencil, peralatan elektronik yang bertegangan DC yang tinggi tidak bisa digunakan oleh masyarakat desa karena PLTS tidak dilengkapi dengan konverter DC-DC boost sehingga mampu menghasilkan tegangan keluaran DC yang rendah. Untuk mengatasi permasalahan di atas maka diperlukan adalah kontrol arus *ramp comparison current control* diterapkan pada konverter DC-DC boost, diharapkan dapat menghasilkan tegangan keluaran DC yang lebih besar dari tegangan input DC. Dalam penelitian ini, model kontrol arus *ramp comparison current control* yang akan diterapkan dalam konverter DC-DC boost pada PLTS, akan dibuat, disimulasikan kemudian diujikan dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB/SIMULINK. Hasil simulasi ini kemudian diuji untuk mengetahui nilai keluaran dari PLTS dan tegangan keluaran dari konverter DC-DC menggunakan kontrol arus *ramp comparison current control* dengan frekuensi gelombang segitiga yang divariasikan. Dari hasil pengujian terhadap simulasi panel surya dengan intensitas radiasi sinar matahari 1000W/m^2 dengan temperatur 25°C , dapat diperoleh bahwa arus sebesar 4,769A dan tegangan sebesar 51,03V, yang dihasilkan (semakin tinggi). Sementara itu, dari hasil pengujian terhadap simulasi panel surya dengan tingkat temperatur panel surya 75°C dengan intensitas radiasi sinar matahari 1000W/m^2 , dapat diperoleh bahwa arus sebesar 3,966A dan tegangan sebesar 40,45V yang dihasilkan (semakin rendah). Sedangkan, dari hasil pengujian terhadap simulasi kontrol arus *ramp comparison current control* yang diterapkan pada konverter DC-DC boost dengan frekuensi gelombang segitiga divariasikan, dapat diperoleh bahwa untuk frekuensi switching 1250Hz pada amplitudo gelombang sinusoidal sebesar 8V, maka tegangan keluaran DC sebesar 150V yang dihasilkan. Sementara itu, untuk frekuensi switching 2500Hz pada amplitudo gelombang sinusoidal sebesar 8V, tegangan keluaran DC sebesar 139,5V yang dihasilkan. Pengaruh frekuensi gelombang segitiga menunjukkan bahwa semakin rendah frekuensi gelombang segitiga, maka tegangan keluaran DC yang dihasilkan semakin tinggi.

Kata kunci: Konverter Boost, MATLAB, Kontrol Arus *Ramp Comparison Current Control*

ABSTRACT : Utilization of electronic equipment with high DC voltage, which is used increasingly in industry, offices, households and transportation. The Solar Power Plant (PLTS) system in remote areas, electronic equipment with high DC voltage cannot be used by the village community because PLTS is not equipped with a DC-DC boost converter so that it can produce a low DC output voltage. To solve the above problems, a *ramp comparison current control* is needed to be applied to the DC-DC boost converter, which is expected to produce a DC output voltage that is greater than the DC input voltage. In this research, the *ramp comparison current control* model that will be applied in the DC-DC boost converter in PLTS will be created, simulated and then tested using MATLAB / SIMULINK software. The simulation results are then tested to determine the output value of the PLTS and the output voltage of the DC-DC converter using *ramp comparison current control* with varied triangular wave frequencies. From the test results on simulated solar panels with a solar radiation intensity of 1000W/m^2 with a temperature of 25°C , it can be seen that a current of 4.769A and a voltage of 51.03V are generated (the

higher). Meanwhile, from the test results on a solar panel simulation with a solar panel temperature level of 75°C with a solar radiation intensity of 1000W / m², it can be seen that a current of 3.966A and a voltage of 40.45V are generated (the lower). Meanwhile, from the test results of the ramp comparison current control simulation applied to the DC-DC boost converter with varied triangular wave frequencies, it can be found that for the 1250Hz switching frequency at a sinusoidal wave amplitude of 8V, a DC output voltage of 150V is generated. Meanwhile, for the 2500Hz switching frequency at a sinusoidal wave amplitude of 8V, a DC output voltage of 139.5V is generated. The effect of the triangular wave frequency shows that the lower the triangle wave frequency, the higher the resulting DC output voltage.

Keywords: Boost Converter, MATLAB, Ramp Current Control, Comparison Current Control

A. PENDAHULUAN

Pemanfaatan peralatan elektronik yang bertegangan DC yang tinggi, yang dipergunakan semakin meningkat dalam dunia industri, perkantoran, rumah tangga dan transportasi. Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di daerah-daerah yang terpencil, peralatan elektronik masyarakat yang bertegangan DC yang tinggi tidak bisa digunakan oleh masyarakat desakarena PLTS tidak dilengkapi dengan konverter DC-DC Boost sehingga mampu menghasilkan tegangan keluaran DC yang rendah. Untuk mengatasi permasalahan diatas maka diperlukan adalah kontrol arus *ramp comparison current control* diterapkan kepada konverter DC-DC Boost, diharapkan dapat menghasilkan tegangan keluaran DC yang lebih besar dari tegangan input DC.

Sistem PLTS terdiri dari panel surya, konverter boost jenis DC-DC dan kontrol arus *ramp comparison current control*. Strategi kontrol arus *ramp* pada konverter boost dapat berupa kontrol hysteresis, prediktif kontrol dan kontrol arus *ramp comparison current control* dan jenis kontrol arus lainnya. Kontrol hysteresis adalah kontrol yang membandingkan arus output dengan arus referensi setelah diberi batas toleransi yang telah ditentukan, kontrol prediktif adalah menghitung tegangan yang dibutuhkan untuk memaksa arus mengikuti arus referensi pada sampel waktu tertentu, sedangkan kontrol *ramp comparison current control* adalah kontrol yang membandingkan arus error ke dalam gelombang segitiga untuk menghasilkan sinyal penyulutan yang digunakan untuk mengendalikan saklar statis pada konverter boost dari sistem PLTS (Muh.Imran Hamid, dkk, 2008) (Mochammad Salman, dkk, 2011).

Pada penelitian ini, mencoba membuat kontrol arus *ramp comparison current control* untuk konverter DC-DC Boost pada PLTS dengan menggunakan perangkat lunak MATLAB/SIMULINK. Metode ini mempunyai respon dinamik yang cepat dan frekuensi switching yang konstan dalam mengendalikan arus output (B.Chitti Babu, 2010). Kontrol arus ini mampu merespon perubahan pada sumber energi maupun grid dengan cepat (Muh.Imran Hamid, dkk, 2008).

Untuk melakukan kajian penerapan kontrol arus *ramp* pada konverter DC-DC boost, diperlukan model yang mewakili sistem konverter DC-DC boost pada PLTS, juga diperlukan simulasi yang dapat menggambarkan mekanisme kerja kontrol arus *ramp comparison current control* yang diterapkan pada konverter DC-DC boost pada PLTS.

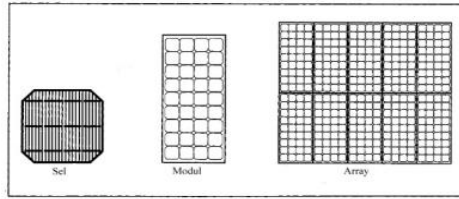
B. TINJAUAN PUSTAKA

1. Photovoltaic (PV)

Sel surya atau *photovoltaic* (PV) dapat berupa alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat mengubah energi surya secara langsung menjadi bentuk tenaga listrik secara efisien. Sel surya disusun membentuk sebuah sel PV dengan kapasitas dan tegangan tertentu. Untuk mendapatkan daya yang besar, maka sejumlah sel dihubungkan secara seri dan paralel sebagai suatu panel atau modul PV. Selanjutnya, gabungan beberapa modul yang terhubungan secara seri, paralel atau kombinasi keduanya disebut *array* (Gambar 1).

Karakteristik I-V dari sel PV dapat dilihat dari kurva I-V pada gambar 2. Pada kurva tersebut terdiri atas arus hubung singkat (I_{sc}), tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) dan operasi titik

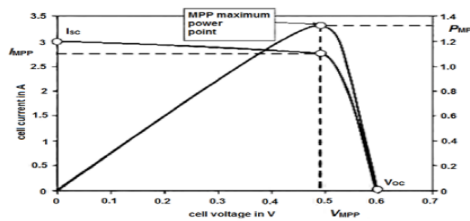
daya maksimum atau yang biasa dikenal dengan *maximum power point* atau disingkat menjadi MPP.



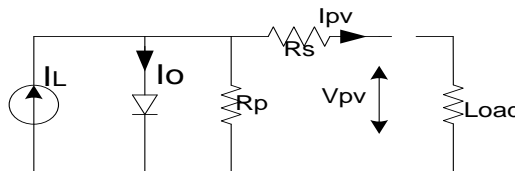
Gambar 1. Beberapa sel PV membentuk modul dan beberapa modul membentuk array

Sesuai model rangkaian ekivalen sel surya sebagaimana Gambar 3, hubungan arus keluaran suatu sel PV ditulis dengan:

$$I_{pv} = I_L - I_0 \left[e^{q \left(\frac{V+I R_s}{n k T} \right)} - 1 \right] - \left(\frac{V+I R_s}{R_p} \right) \tag{1}$$



Gambar 2. Kurva karakteristik I-V dan P-V pada sel PV



Gambar 3. Rangkain ekivalen sel PV

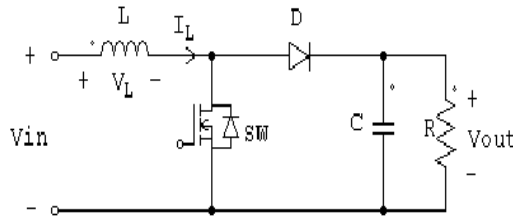
Dimana:

- I_L = Arus sel PV (A)
- V = Tegangan sel PV(V)
- I_{pv} = Arus yang dihasilkan oleh sel PV (A)
- I_0 = Arus saturasi reverse (A)
- I_{sc} = Arus hubung singkat (A)
- n = Faktor ideal dioda (bernilai 1 untuk diode ideal)
- q = Pengisian elektron ($1,602 \times 10^{-19} C$)
- k = Konstanta Boltzmann ($1,3806 \times 10^{-23} J.K^{-1}$)
- T = Temperatur sel PV (K)
- T_1 = Temperatur referensi sel PV (298° K)
- R_s = Hambatan seri (Ω)
- R_p = Hambatan paralel (Ω)
- K_0 = Koefisien temperatur arus ($\%/^{\circ}K$)

2. Konverter Boost

Konverter boost adalah jenis DC-DC converter yang memiliki output tegangan yang lebih besar dari tegangan input. Proses penyerapan dan injeksi energi konverter boost dilakukan oleh kombinasi dari empat komponen yaitu induktor, dioda saklar, elektronik dan output kapasitor. Sambungan dan dorongan konverter ditunjukkan pada Gambar 4. Saklar adalah saklar elektronik yang bekerja secara cepat antara ON dan OFF sehingga menghasilkan *duty cycle* secara otomatis mengikuti besar tegangan input. Besarnya *duty cycle* berubah-ubah sesuai besar input

yang diberikan untuk menjaga output agar tetap konstan. Proses penyerapan dan injeksi energi ditentukan oleh siklus switching. Dengan kata lain, tegangan output rata-rata dikendalikan oleh durasi waktu ON dan OFF komponen switching. Pada *frekuensi switching* konstan, metode dengan cara penentuan durasi waktu ON dan OFF saklar disebut metode *switching pulse-width-modulation* (PWM). Siklusu witching, kdi definisikan sebagai rasio dari durasi ON dengan durasi periode waktus witching. Penyerapan dan injeksi energi relatif terhadap panjang periode switching akan mengoperasikan konverter dalam dua mode yang berbeda yang dikenal sebagai mode konduksi kontinyu Mode(CCM) dan mode konduksi diskontinyu(DCM).



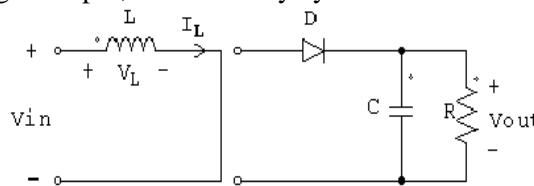
Gambar 4. Skematik konverter boost

Mode Konduksi Kontinyu (CCM)

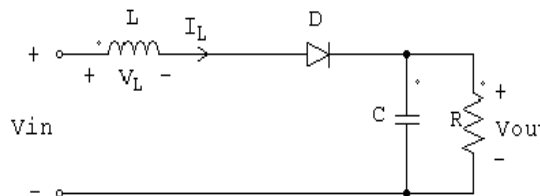
Dalam CCM, konverter boost terbagi menjadi dua mode. Mode 1 dimulai ketika saklar SW dihidupkan pada $t=0$ seperti yang ditunjukkan pada Gambar5. Arus masukan yang naik mengalir melalui induktor L dan saklar SW. Selama mode ini, energi disimpan dalam induktor dan beban disuplai oleh arus kapasitor. Mode 2 dimulai ketika saklar dimatikan pada $t=kT$. Arus yang sebelumnya mengalir melalui saklar sekarang akan mengalir melalui induktor L, dioda D, output kapasitor C, dan R beban seperti yang ditunjukkan pada Gambar6. Arus induktor turun sampai saklar dihidupkan lagi dalam siklus berikutnya. Selama waktu ini, energi yang tersimpan dalam induktor ditransfer ke beban bersama-sama dengan tegangan masukan. Oleh karena itu, tegangan output lebih besar dari tegangan input dan dinyatakan sebagai

$$V_{out} = \frac{1}{1-k} V_{in} \tag{2}$$

dimana V_{out} adalah tegangan output, k adalah duty cycle dan V_{in} adalah tegangan input [1].



Gambar 5. Rangkaian Konverter Boost (CCM) selama mode 1



Gambar 6. Rangkaian Konverter Boost (CCM) selama mode 2

Untuk mengoperasikan konverter boost padaCCM, induktansi dihitung sedemikian rupa sehingga arus induktor(I_L) terus mengalir dan tidak pernah jatuh kenol seperti yang ditunjukkan pada Gambar7. Nilai induktorL minimum diberikan oleh persamaan

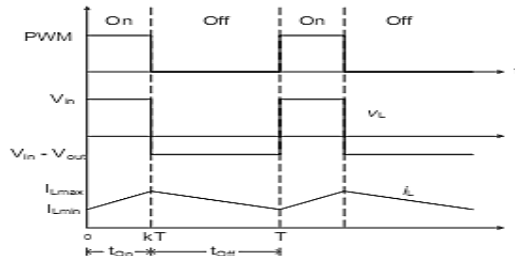
$$L_{min} = \frac{(1-k)^2 k R}{2 f} \tag{3}$$

Dimana L_{min} adalah induktansi minimum, R adalah resistansi output, dan f adalah frekuensi switching. Sedangkan nilai kapasitansi output untuk mendapatkan minimum *ripple* (riak) tegangan output yang diinginkan diberikan oleh persamaan

$$C_{min} = \frac{k}{R f V_r} \tag{4}$$

Dimana C_{min} adalah kapasitansi minimum dan V_r adalah faktor *ripple* dari tegangan output yang diberikan oleh persamaan

$$V_r = \frac{\Delta V_{out}}{V_{out}} \tag{5}$$



Gambar 7. Bentuk gelombang konverter boost pada mode CCM

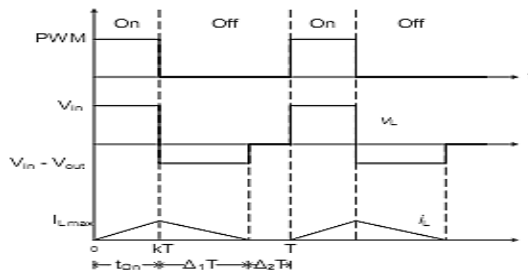
Mode Konduksi Diskontinyu (DCM)

Pada mode DCM, arus induktor I_L tidak mengalir terus menerus. Ada interval waktu dimana arus bernilai nol sebelum giliran saklar SW di *on* berikutnya. Bentuk gelombang switching mode DCM ditunjukkan pada Gambar 8. Dengan mengintegalkan tegangan induktor selama satu periode yang mana sama dengan nol, maka diperoleh persamaan sebagai berikut

$$V_{in} k T + (V_{in} - V_{out}) \Delta_1 T = 0$$

$$\therefore V_{out} = \frac{\Delta_1 + k}{\Delta_2} V_{in} \tag{6}$$

di mana T adalah periode switching, Δ_1 adalah periode tegangan induktor negatif dan Δ_2 adalah periode tegangan induktor nol.



Gambar 8. Bentuk gelombang konverter boost pada mode DCM

Nilai L_{min} yang dihitung sebelumnya dengan persamaan (2) adalah induktansi minimum untuk beroperasi pada mode CCM, sehingga untuk nilai induktor lebih kecil dari L_{min} akan mengakibatkan konverter boost akan beroperasi pada mode DCM. Perhitungan nilai riak tegangan output puncak-ke-puncak untuk DCM adalah sama dengan persamaan 3 (Ned Mohan, 2003).

3. Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control

Kontrol arus *ramp comparison current control* diwujudkan dengan menambahkan sinyal gelombang sinusoidal ke sebuah sinyal segitiga (*triangular wave*) untuk membuat sebuah sinyal referensi segitiga yang mengikuti pola sinusoidal. Sinyal ini kemudian dibandingkan dengan arus aktual. Titik dimana gelombang sinusoidal segitiga dan arus aktual bersilangan menjadi waktu komponen switch diaktifkan (ON). Jika arus aktual lebih besar daripada sinusoidal-segitiga, komponen switch dimatikan (OFF) dan sebaliknya jika arus aktual kurang dari sinusoidal-segitiga

maka komponen switch diaktifkan lagi (ON). Bentuk gelombang arus keluaran dengan metode kontrol arus *ramp comparison current control*, dapat dilihat padagambar 9 (M.Imran Hamid,2008).

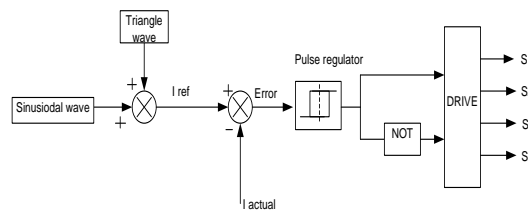
Output dari pembentuk segitiga berupa nilai sinyal gelombang segitiga. Nilai arus referensi (I_{ref}) diperoleh dengan mengalikan nilai sinyal gelombang segitiga dan nilai sinyal sinus dari pembentuk gelombang sinus.

Arus referensi(I_{ref}) dibandingkan dengan arus actual sehingga menghasilkan arus error, dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (M.Archana,2012).

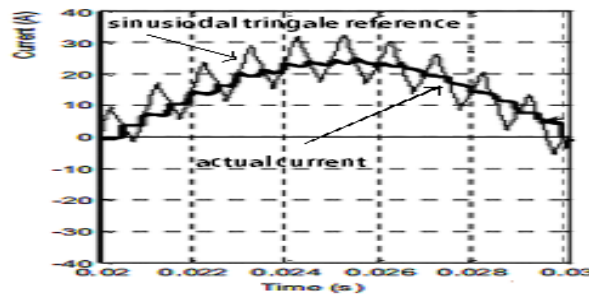
$$I_{ref} = I_m \cdot \sin \omega t \quad (7)$$

Sinyal arus error dimasukkan ke dalam pengatur pulsa untuk membuat pola penyulutan komponen switch.

$$I_{error} = I_{ref} - I_{inverter} \quad (8)$$



Gambar 9. Model Kontrol Arus RampComparisonCurrent Control



Gambar 10. Bentuk gelombang keluaran berupasinusoidal segitiga referensi yang dihasilkan oleh kontrol arus *ramp comparison current control* [7][11].

C. METODOLOGI PENELITIAN

1. PemodelanPV array

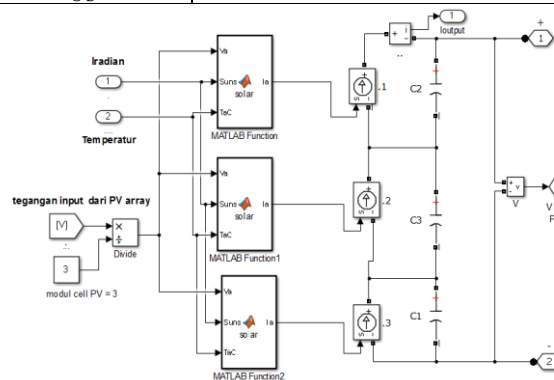
Model PV array yang terdiri dari tiga modul tersusun seri terlihat pada gambar 11. Dalam pemodelan ini, datasheet dari modul NE80E2E digunakan sebagai acuan. Karakteristik modul tersebut , dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi SHARP NE80E2E

Cell	Polycrystalline Silicon Solar Cells
No.of cell and connections	36 in series
Application	DC 12 V system
Maximum system voltage	DC 540 V
Series fuse rating	10A
Dimensions	1.200x530x35mm
Nominal power	80 W
Weight	8.5 kg
Type of ouput terminal	Lead wire with connector

Tabel 2. Karakteristik optikal elektro SHARP NE80E2E

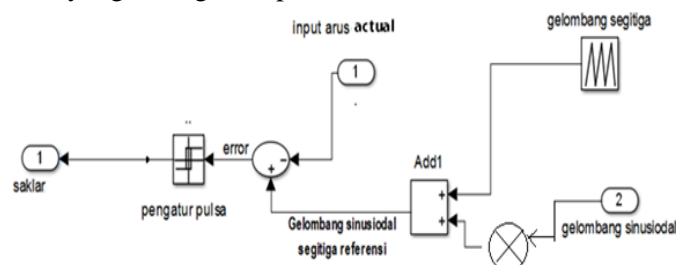
Parameters	Symbol	Minimal	Type	Unit
Open circuit voltage	Voc	-	21.3	V
Maximum power voltage	Vpm	-	17.1	V
Short circuit current	Isc	-	5.31	A
Maximum power	Ipm	76.0	80.0	W
Temperature coefficients of P		-0.485% / ^o C		
Temperature coefficients of I _{SC}		+0.053% / ^o C		
Temperature coefficients of V _{OC}		-78,1mV/ ^o C		



Gambar 11. Model PV array

2. Model Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control

Gambar 12 menunjukkan model simulasi kontrol arus *ramp comparison current control*. Input dari blok ini adalah sinyal referensi dari hasil perkalian dari blok gelombang sinusoidal ditambahkan dengan gelombang segi tiga dengan frekuensi tertentu. Sedangkan outputnya merupakan sinyal gate bagi komponen switch konverter boost.



Gambar 12. Model Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control

3. Model Konverter Boost

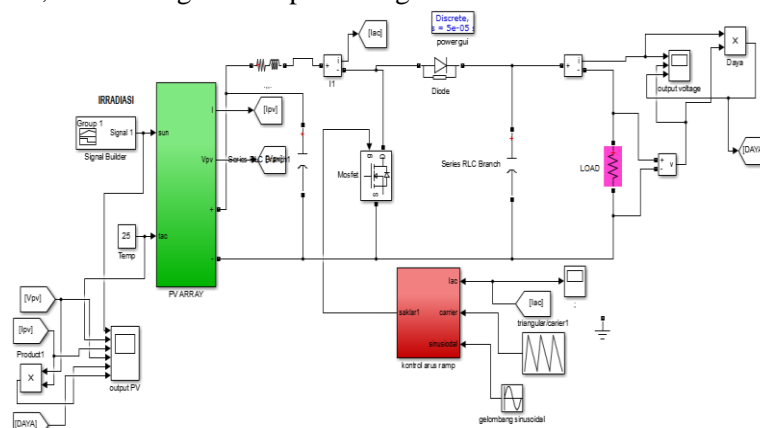
Model konverter DC-DC boost, akan disimulasikan mempunyai spesifikasi seperti yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi untuk Konverter Boost pada PLTS

Frekwensi Switching Gelombang Segitiga (fc)	1250- 2500Hz
Tegangan output dari PV	50 V
Beban(load)	100 W
AmplitudoGelombang Segitiga	15 V
Induktor	0.3 H
Impedansi	0.01 Ohm
Kapasitor	1000Uf
Amplitudo Gelombang Sinusiodal	6-8 V

4. Model Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control pada Konverter Boost PLTS

Gambar 13 menunjukkan hasil simulasi kontrol arus ramp comparison current control yang diterapkan pada konverter DC-DC Boost, yang telah dibuat dengan menggunakan program MATLAB, sesuai dengan hasil perancangan.

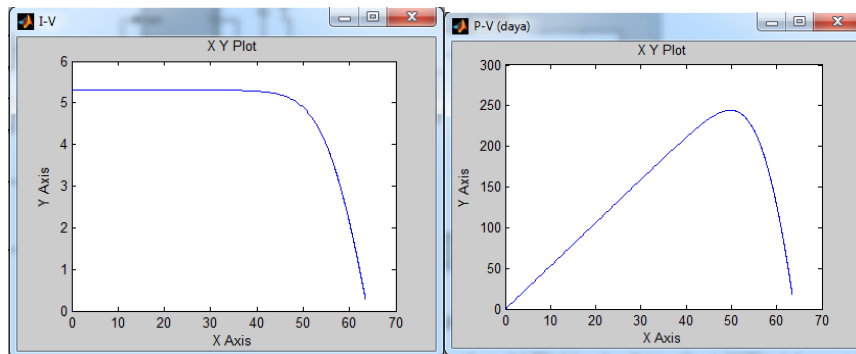


Gambar 13. Hasil simulasi ini yang telah dibuat

D. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. PV array

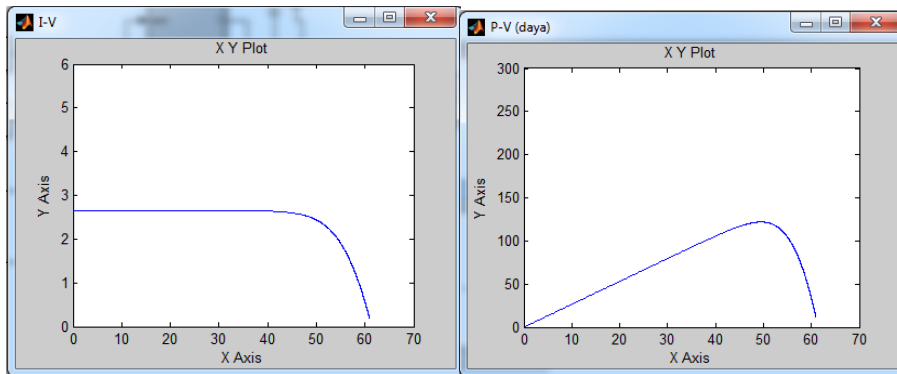
Pengujian dilakukan pada model PV dalam kondisi irradiansi $1000W/m^2$ dengan temperatur panel PV $25^{\circ}C$, dengan menghubungkan PV dengan beban yang bervariasi antara $0-1000\Omega$. Hasil pengujian diperlihatkan pada gambar 14. Daya maksimum Pmp sekitar 243,4 Watt diperoleh pada saat tegangan Imp sekitar 51,03 Volt dengan arus Imp 4,769 A.



Gambar 14. Hasil pengujian dengan temperatur panel PV $25^{\circ}C$ pada irradiansi $1000W/m^2$

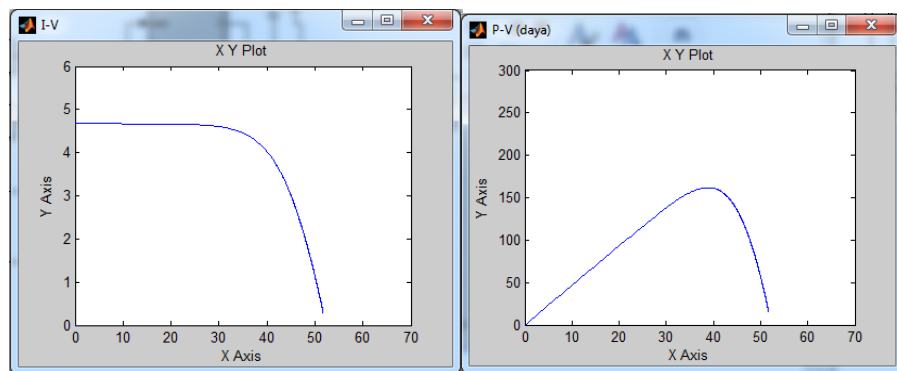
Pengujian dilakukan pada model PV dalam kondisi irradiansi $500W/m^2$ dengan temperatur panel PV $25^{\circ}C$, dengan menghubungkan PV dengan beban yang bervariasi antara $0-1000\Omega$. Hasil

pengujian diperlihatkan pada gambar 15. Daya maksimum Pmp sekitar 121,9 Watt diperoleh pada saat tegangan Imp sekitar 49,87 Volt dengan arus Imp 2,445 A.



Gambar 15. Hasil pengujian dengan temperatur panel PV 25⁰C pada irradinasi 500W/m²

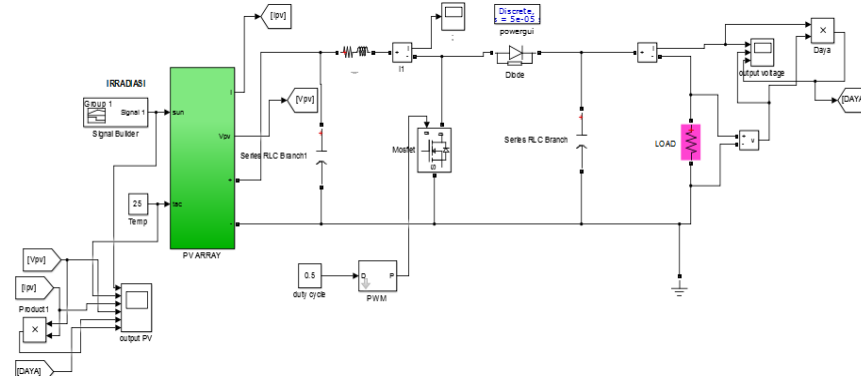
Pengujian dilakukan pada model PV dalam kondisi irradiansi 1000W/m² dengan temperatur panel PV 75⁰C, dengan menghubungkan PV dengan beban yang bervariasi antara 0-1000Ω. Hasil pengujian diperlihatkan pada gambar 16. Daya maksimum Pmp sekitar 160,4 Watt diperoleh pada saat tegangan Imp sekitar 40,45 Volt dengan arus Imp 3,966 A



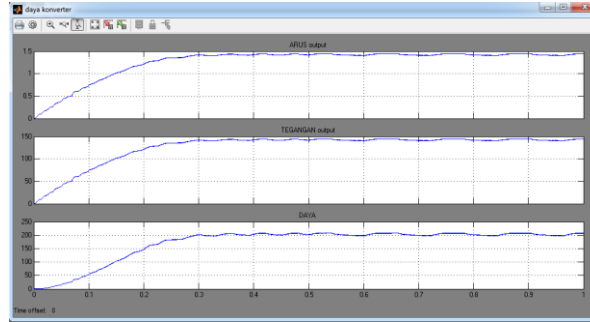
Gambar 16. Hasil pengujian dengan temperatur panel PV 75⁰C pada irradinasi 1000W/m²

2. Konverter DC-DC Boost dengan Teknik PWM

Nilai Induktor 1mH, impedansi 0.01 ohm, dan kapasitor 1000 uF terpasang pada konverter boost dengan beban 100 ohm. Untuk melihat gelombang keluaran arus, tegangan dan daya dari konverter boost menggunakan metode PWM, maka pengujian ini (gambar 17) dengan diberi nilai frekuensi diset 3000Hz dan nilai duty cycle sebesar 0.5. Hasil pengujian diperlihatkan pada gambar 18, dapat diperoleh bahwa tegangan keluaran DC yang dihasilkan sebesar 140V.



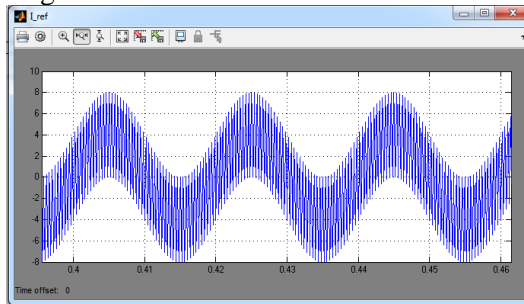
Gambar 17. Konverter DC-DC Boost dengan menggunakan teknik PWM.



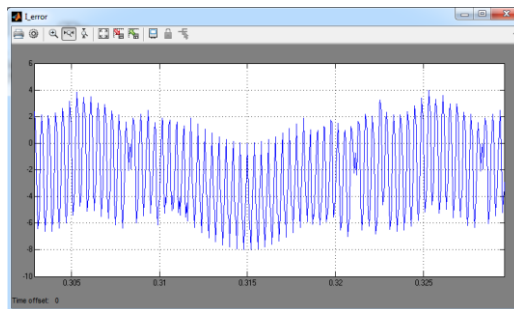
Gambar 18. Hasil pengujian ini dengan menggunakan teknik PWM

3. Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control yang diterapkan pada konverter Boost

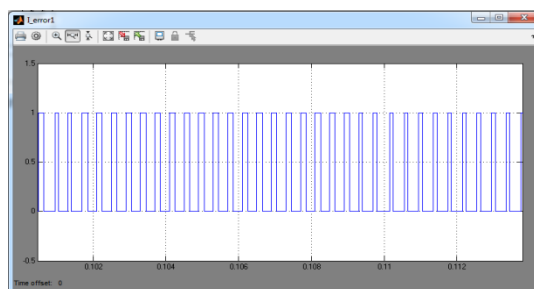
Nilai Induktor 1mH, impedansi 0.01 ohm, dan kapasitor 1000 uF terpasang pada konverter boost dengan beban 100 ohm. Untuk melihat gelombang keluaran dari kontrol arus *ramp comparison current control* yang diterapkan pada konverter boost, maka pengujian ini dengan diberi nilai frekuensi gelombang segitiga (fs) diset 1250 Hertz dan nilai amplitudo sebesar 4 volt. Hasil pengujian diperlihatkan gambar 19-21.



Gambar 19. Bentuk gelombang arus referensi (I_{ref}) yang dibentuk dari hasil penambahan sinyal gelombang sinusoidal dan gelombang segitiga.



Gambar 20. Bentuk gelombang sinyal arus error (I_{error}) yang dibentuk dari hasil penambahan nilai arus referensi dan nilai arus actual



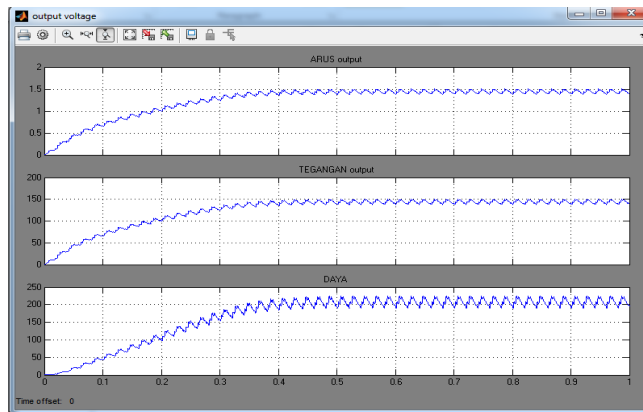
Gambar 21. Sinyal modulator PWM kontrol arus *ramp* dibentuk dari hasil perbandingan I_{error} dengan I_{actual}

4. Konverter DC-DC Boost menggunakan kontrol arus ramp pada PLTS

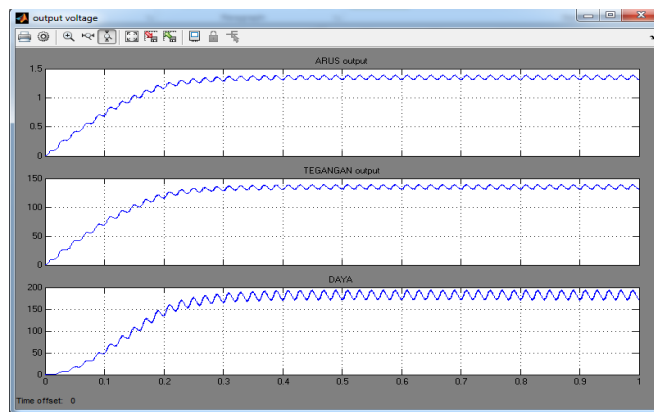
Untuk melihat gelombang output tegangan, arus dan daya dari konverter boost menggunakan kontrol arus ramp, pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan frekuensi gelombang segitiga, amplitudo gelombang segitiga sebesar 15 Volt dan amplitudo gelombang sinusoidal sebesar 8 Volt. Hasil pengujian ini diperlihatkan pada tabel 4 dan gambar 22 dan 23.

Tabel 4. Hasil pengujian dengan frekuensi gelombang segitiga (f_s) divariasikan

Frekuensi switching	Arus Output	Tegangan output	Daya output
1250Hz	1,5	150	220.5
2500Hz	1.39	139.5	194



Gambar 22. Hasil pengujian dengan diberikan f_s 1250 Hz

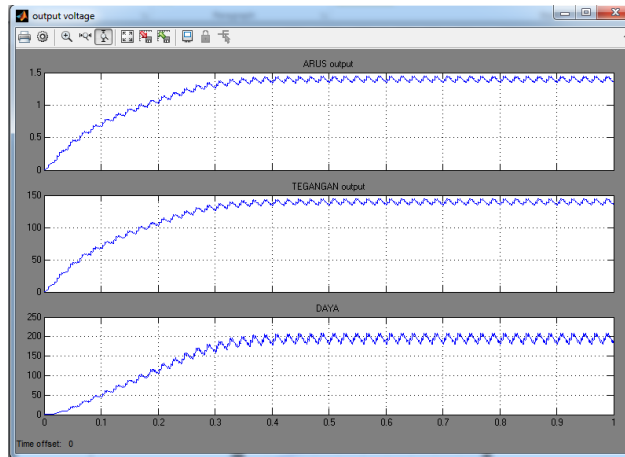


Gambar 23. Hasil pengujian dengan diset f_s 2500 Hz

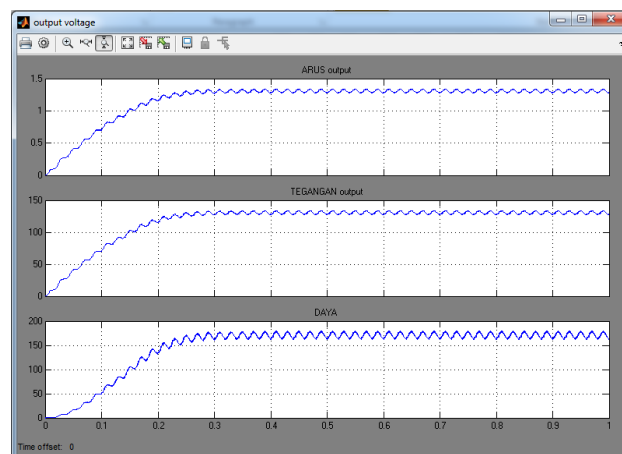
Pengujian ini dilakukan dengan memvariasikan frekuensi gelombang segitiga dan amplitudo gelombang sinusoidal pada amplitudo gelombang segitiga tetap sebesar 15 Volt dan. Hasil pengujian ini diperlihatkan pada tabel 5 dan gambar 24 dan 25.

Tabel 5. Hasil pengujian dengan frekuensi gelombang segitiga dan amplitudo gelombang sinusoidal divariasikan

Frekuensi switching	Amplitudo Sinus 6V			Amplitudo Sinus 8V		
	I	V	P	I	V	P
1250Hz	1,44	144	208.5	1,5	150	220.5
2500Hz	1,34	134	179.5	1,39	139.5	194



Gambar 24. Hasil pengujian dengan diberikan f_s 1250Hz dan amplitudo sinusoidal 6 Volt



Gambar 25. Hasil pengujian dengan diberikan f_s 2500Hz dan amplitudo sinusoidal 6 Volt

Dari hasil pengujian tabel 4, terlihat bahwa frekuensi gelombang segitiga semakin kecil, maka tegangan keluaran DC yang dihasilkan oleh konverter DC-DC boost semakin besar. Sementara itu dari tabel 5, diketahui bahwa semakin tinggi amplitudo gelombang sinusoidal, maka tegangan keluaran DC yang dihasilkan konverter DC-DC boost semakin besar.

E. KESIMPULAN

Dari hasil simulasi dan analisa penerapan kontrol arus *ramp comparison current control* pada konverter boost DC-DC PLTS, dapat disimpulkan bahwa kontrol arus *ramp comparison current control* pada konverter boost PLTS telah berhasil dibuat sesuai dengan hasil perancangan. Kontrol arus *ramp comparison current control* dapat bekerja dengan cukup baik, yang diterapkan pada konverter DC-DC Boost. Dari hasil pengujian tabel 4, terlihat bahwa frekuensi gelombang segitiga semakin kecil, maka tegangan keluaran DC yang dihasilkan oleh konverter DC-DC boost semakin besar. Sementara itu dari tabel 5, diketahui bahwa semakin tinggi amplitudo gelombang sinusoidal, maka tegangan keluaran DC yang dihasilkan konverter DC-DC boost semakin besar.

F. DAFTAR PUSTAKA

Mochammad Salman, Mochamad Ashari, Heri Suryoatmojo. (2011). *Perancangan Inverter Satu Fasa Yang Terhubung Dengan Jaring Distribusi Menggunakan Metode Hysterisis Current Control*, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Kampus ITS, Sukolilo Surabaya 6011.

- Muh.Imran Hamid dan Makbul Anwari. (2010).*Single-Phase Photovoltaic-Inverter operation characteristic in Distributed Generation System*,<http://www.intechopen.com/download/pdf/10142>
- Muh.Imran Hamid, Makbul Anwari, Taufik.(2008).*Comparison of current control methods on carrier based VSI-PWM inverter drives from line power quality aspect*, TELKOMNIKA Vol 6 No.2, Agustus 2008: Hal 93-100, ISSN:1693-6930.
- B.ChittiBabu, B.VasanthaReddy, K.B.Mohanty. (2010).*A Novel Delta Modulator and Modified Ramp Type Current Controller-Two Viable Scheme for Current Controlled Voltage Source Inverter*, International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 1, No. 3
- Firmansyah Putra Pratama, Mochamad Ashari, Heri Suryoatmojo. (2012).*Sistem Pembangkit Listrik Hibrida PV-Diesel Microgrid Untuk Daerah Terisolasi Tanpa Menggunakan Media Penyimpan Energi*, "Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).
- Dwiky Alif Satria, Anizar Rizky, Novie Ayub Windarko, Suryono. (2012).*Maximum Power Point Tracker (MPPT) untuk Panel Surya Statis dengan Metode Hill Climbing*, Jurusan Teknik Elektronika, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) Surabaya.
- M.Imran Hamid, Makbul Anwari, Z.Salam and Taufik. (2008). *Load Sharing Characteristic of Single Phase PV Inverter Connected to Grid*, 2nd IEEE International Conference on Power and Energy (PECon 08), December 1 – 3, Johor Bahru, Malaysia.
- M.Archana, Y.C.V.Kondaiah, M.Tech.Scholar, Assistant Professor.(2012).*Grid Interfacing Inverter of Renewable Energy Sources to Improve the Power Quality in Distribution System International*, Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering, Vol.1, Issue 5, November 2012, ISSN: 2278 – 8875.
- Pierre Giroux. (2012).*Grid-Connected PV Array*, "<http://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/34752-grid-connected-pv-array>
- Dwi Sasmita Aji Pambudi, dll, 2010 "Simulasi dan Implementasi Konverter DC-DC Boost dengan IC NE555 sebagai Pembangkit Sinyal PWM" Jurusan Teknik Elektro Fakultas Elektro dan Komunikasi Institut Teknologi Telkom
- Ned Mohan, Tore M. Undeland, Williams P. Robbins.(2003).*Power Electronics: Converters, Applications, and Design*, 3rd ed., John Wiley & Sons: USA
- Muhammad Alfin Assyidiq, Bambang Winardi, and Trias Andromeda. (2017).*Perancangan Boost Converter Menggunakan Voltage Feedback Pada Panel Surya*, TRANSIENT, VOL. 6, NO. 3, SEPTEMBER 2017, ISSN: 2302-9927, 405
- Hazlif Nazif, Muh. Imran Hamid.(2015). *Pemodelan dan Simulasi PV-Inverter Terintegrasi Ke Grid dengan Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control*, Jurnal Nasional Teknik Elektro Vol 4, No.2, september 2015, ISSN 2302-2949.