

Simulasi Maximum Power Point Tracker dengan Kontrol Arus *Hysteresis* Pada Pembangkit Tenaga Listrik Surya

Hazlif Nazif

Program Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Ekasakti Padang, Jl.Veteran Dalam No.26B Padang, 25114

*Corresponding Author

E-mail Address: hazlif_n@yahoo.co.id

ABSTRAK

Daya listrik yang optimal dan stabil yang dibutuhkan untuk peralatan elektronik skala rumah tangga, perkantoran dan industri agar peralatan elektronik dapat bekerja secara optimal. Namun pada cuaca cerah, kinerja peralatan elektronik yang turun karena daya keluaran yang kurang optimal dan tidak stabil yang dihasilkan dari PLTS disebabkan tidak adanya *Maximum Power Point Tracker (MPPT)* dan PWM konvensional. Oleh karena itu, Metode *MPPT* yang diperlukan untuk konverter boost sebagai pengatur tegangan keluaran dari panel surya untuk mencari titik *Maximum Power Point (MPP)* pada kurva karakteristik panel surya sampai didapatkan daya maksimal secara optimal. Dalam penelitian ini, peneliti mencoba algoritma *MPPT Perturb and Observe (P&O)* untuk mengendalikan konverter boost agar berada pada titik MPP. Model sistem dirancang, model dibuat, disimulasikan, simulasi diuji dan dianalisa dengan menggunakan software PSIM. Dari hasil pengujian dan analisa dapat diperlihatkan bahwa daya keluaran 60W yang dihasilkan dari sistem dengan MPPT dibandingkan daya keluaran 45W yang dihasilkan dari sistem tanpa MPPT.

Kata Kunci : PLTS, algoritma MPPT, Konverter Boost, Kontrol Arus *Hysteresis*, PSIM

ABSTRACT

Optimal and stable electrical power is needed for household, office, and industrial electronic equipment so that electronic equipment can work optimally. However, in sunny weather, the performance of electronic equipment decreases due to less than optimal and unstable output power generated from the PLTS due to the absence of conventional MPPT and PWM. Therefore, the Maximum Power Point Tracker (MPPT) method is needed for the boost converter as a regulator of the output voltage of the solar panel to find the Maximum Power Point (MPP) point on the solar panel characteristic curve until the maximum power is obtained optimally. In this study, researchers tried the MPPT (P&O) Perturb and Observe algorithm to control the boost converter at the MPP point. The system model was designed, created, and simulated, and the simulation was tested and analyzed using PSIM software. From the results of testing and analysis, it can be shown that the output power of 60W generated from the system with MPPT compared to the output power of 45W generated from the system without MPPT.

Keywords: PLTS, MPPT algorithm, Boost Converter, Hysteresis Current Control, PSIM

PENDAHULUAN

Daya listrik secara optimal dan stabil yang dibutuhkan untuk peralatan elektronik skala rumah tangga, perkantoran dan industri agar peralatan elektronik dapat bekerja secara optimal. Namun pada cuaca cerah kinerja peralatan elektronik yang turun karena daya keluaran yang dihasilkan dari PLTS kurang optimal dan tidak stabil disebabkan tidak adanya MPPT dan PWM konvensional. Hal ini dapat merusak peralatan elektronik skala rumah tangga, perkantoran dan industri. Untuk mengatasi permasalahannya maka

diperlukan MPPT menggunakan kontrol arus *hysteresis* agar MPPT dapat mencari dan mencapai titik MPP sehingga dapat memaksimalkan daya keluaran yang rendah dari panel surya. Kontrol arus *hysteresis* adalah sinyal kontrol *hysteresis* yang digunakan untuk mengaktifkan gate. sinyal *error* $e(k)$ dibandingkan dengan batas *hysteresis* yang telah ditentukan untuk mendapatkan sinyal kontrol *hysteresis*. Sinyal arus *actual* (i_{act}) dikurangi dengan sinyal arus referensi (i_{ref}) yang diberikan untuk mendapatkan sinyal *error*. Setelah

sinyal $error\ e(k)$ didapatkan, dibandingkan dengan batas *hysteresis* atas dan batas *hysteresis* bawah untuk membuat sinyal kontrol (Ferry Adity Sandjojo,2018). Tegangan DC yang rendah yang dinaikkan menjadi tegangan DC yang tinggi yang disebut konverter boost (Hazlif Nazif,2022).

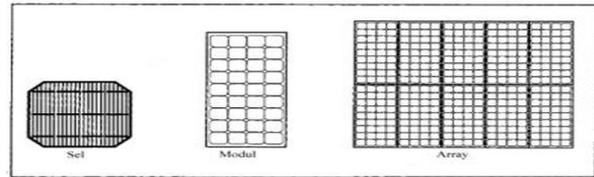
Dalam penelitian ini, peneliti mencoba Algoritma P&O (*Perturb and Observe*) akan digunakan sebagai pengendali konverter boost sehingga dapat kerja pada titik daya maksimal. Model dirancang kemudian dimodelkan, disimulasikan, pengujian dan analisa dengan menggunakan software PSIM. Dari hasil pengujian simulasi maka akan diketahui metode mana yang lebih baik sehingga dapat memaksimalkan daya keluaran panel surya.

METODE PENELITIAN

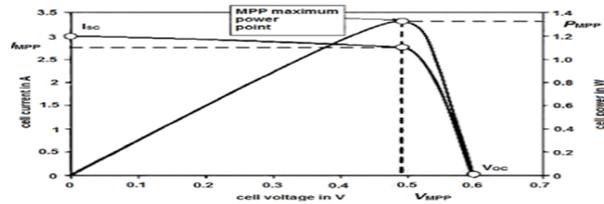
Dalam pelaksanaan penelitian ini, digunakan dalam metode penelitian dengan langkah-langkah perancangan dan simulasi MPPT menggunakan kontrol arus *hysteresis* pada Pembangkit Tenaga Listrik Surya(PLTS). Model sistem dirancang, Model dibangun, disimulasikan, simulasi diuji, dan hasil pengujian dianalisis dengan menggunakan program PSIM. Simulasi MPPT kontrol arus *hysteresis* dengan konverter boost pada PLTS secara keseluruhan, dapat dilihat pada gambar 8.

Pemodelan Photovoltaic atau Sel Surya

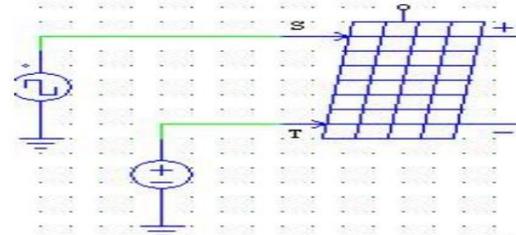
Sel surya atau *photovoltaic (PV)* adalah alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat merubah energi matahari secara langsung menjadi energi listrik secara efisien. Sel surya disusun menjadi sel PV dengan kapasitas dan tegangan tertentu. Untuk memperoleh daya yang besar, maka sejumlah sel dihubungkan secara seri dan paralel menjadi panel atau modul *PV*. Selanjutnya, beberapa modul *PV* yang terhubung secara seri, paralel digabungkan menjadi 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 (Hazlif Nazif, 2021).



Gambar 1. Modul PV dibentuk beberapa sel PV dan Array PV dibentuk beberapa modul



Gambar 2. Kurva karakteristik I-V dan P-V



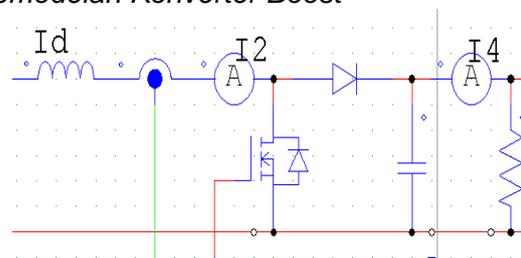
Gambar 3. Model PV

Gambar 3 menunjukkan model PV. Model *PV* yang telah tersedia pada software PSIM, dapat dilihat pada gambar 3.

Solar Module (physical model)		Display
Name	SCP1	<input type="checkbox"/>
Number of Cells Ns	36	<input type="checkbox"/>
Standard Light Intensity S0	1000	<input type="checkbox"/>
Ref. Temperature Tref	25	<input type="checkbox"/>
Series Resistance Rs	0.008	<input type="checkbox"/>
Shunt Resistance Rsh	1000	<input type="checkbox"/>
Short Circuit Current Isc0	3.8	<input type="checkbox"/>
Saturation Current Is0	2.16e-8	<input type="checkbox"/>
Band Energy Eg	1.12	<input type="checkbox"/>
Ideality Factor A	1.2	<input type="checkbox"/>
Temperature Coefficient Ct	0.0024	<input type="checkbox"/>
Coefficient Ks	0	<input type="checkbox"/>

Gambar 4. Spesifikasi Model PV

Pemodelan Konverter Boost



Gambar 5. Pemodelan Konverter Boost

Gambar 5 menunjukkan model konverter boost. Konverter boost adalah tegangan listrik yang rendah yang dinaikkan menjadi tegangan listrik yang tinggi. Rangkaian ini terdiri dari sumber tegangan input (V_s),

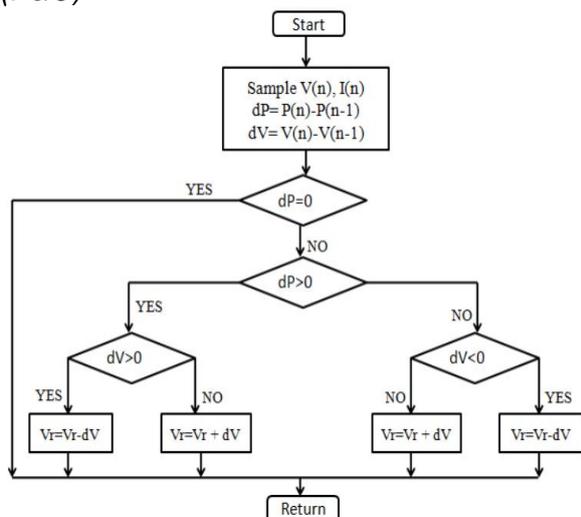
induktor (L), saklar (S), dioda (D), kapasitor filter (C), dan resistensi beban (R). Model konverter boost telah dibuat dengan menggunakan software PSIM sesuai dengan teori. Prinsip kerja konverter boost adalah dimulai ketika saklar kondisi ON pada $t=0$. Arus yang mengalir melalui inductor L, sehingga menyimpan energi dalam inductor dan beban disuplai oleh arus kapasitor. Setelah saklar kondisi OFF pada $t=kT$. Arus yang sebelumnya akan mengalir melalui inductor L, dioda D, kapasitor C, dan R beban. Arus inductor turun sampai saklar kondisi ON lagi dalam siklus berikutnya. Selama waktu ini, energi yang tersimpan dalam inductor ditransfer ke beban bersama-sama dengan tegangan input (Hazlif Nazif,2022).

Parameter dari simulasi MPPT kontrol arus *hysteresis* dengan konverter boost pada PLTS, dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter Simulasi Sistem MPPT Berbasis Kontrol Arus Hysteresis

Parameter	Value
Tegangan Input DC dari PV	24V
Output Voltage DC dari konverter boost	110V
Induktor Input	0.01H
Kapasitor link DC	0.001F
Load	100 Ohm

Pemodelan MPPT Perturb and Observe (P&O)

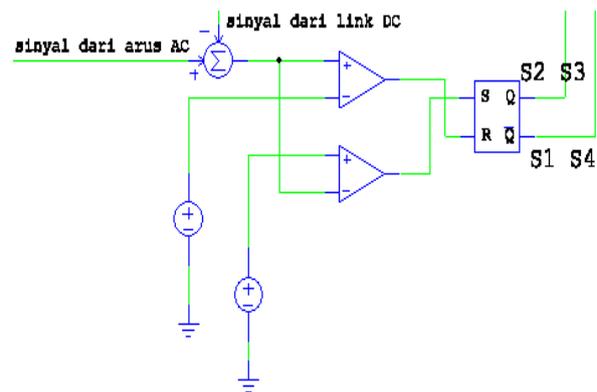


Gambar 6. Flowchart of P&O MPPT algorithm

Prinsip kerja dari MPPT adalah melacak titik daya keluaran maksimum (MPP) pada kurva karakteristik V-P. Apabila dalam panel surya tegangan kerja jatuh pada daerah di sebelah kiri V_{mp} (tegangan kerja lebih kecil daripada tegangan V_{mp}), maka tegangan kerja panel surya akan dinaikkan sampai mendapat V_{mp} . Begitu juga sebaliknya apabila tegangan kerja panel surya lebih besar daripada tegangan V_{mp} , maka tegangan kerja panel surya akan diturunkan sampai mendapat V_{mp} . Setelah mendapat titik MPP, secara otomatis menjadi daya keluaran maksimal dari panel surya (T.Murisal Asyadi dkk,2021)

Algoritme *Perturb and Observe* (P&O) bekerja mendeteksi gangguan pada tegangan PV secara berkala dengan *duty cycle* yang divariasikan, dan mengamati daya PV untuk meningkatkan atau menurunkan tegangan PV pada siklus berikutnya. Prinsip kerja MPPT P&O adalah bila daya keluaran lebih besar dibandingkan daya keluaran lebih kecil, maka menaikkan *duty cycle*. Bila daya keluaran lebih kecil dibandingkan daya besar, maka menurunkan *duty cycle* (Gabriella Bintang Sitanggang dkk,2021).

Pemodelan Kontrol Arus Hysteresis



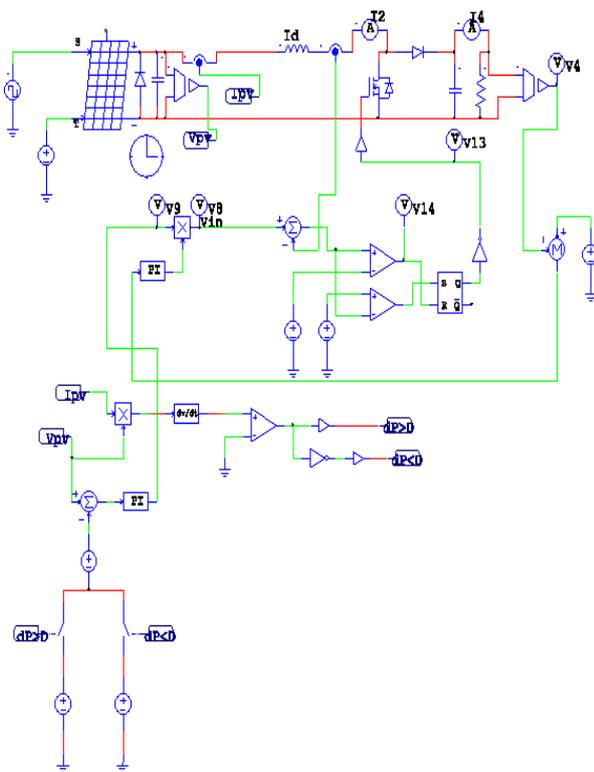
Gambar 7. Pemodelan Kontrol Arus Hysteresis

Gambar 7 menunjukkan model kontrol arus *hysteresis*. Kontrol arus *hysteresis* adalah sinyal *error* yang digunakan untuk memicu gate bagi konverter boost, didapatkan dengan cara mengkomparasikan sinyal *error* (k) dan batas *hysteresis* yang telah ditentukan. Sinyal *error* didapatkan dari hasil pengurangan sinyal arus *actual* (i_{act}) dan

sinyal arus *reference* (i_{ref}) yang diberikan. Setelah nilai $error(k)$ didapatkan, batas *hysteresis* atas dan batas *hysteresis* bawah akan dikomparasikan untuk menciptakan sinyal kontrol (Ferry Adity Sandjojo,2018). Model kontrol arus *hysteresis* telah dibuat dengan software PSIM, sesuai dengan teori, dapat dilihat pada gambar 7.

Pemodelan MPPT Kontrol Arus Hysteresis dengan konverter boost pada PLTS

Gambar 8 menunjukkan model simulasi MPPT berbasis kontrol arus *hysteresis* pada PLTS secara lengkap, yang digunakan dalam penelitian ini.

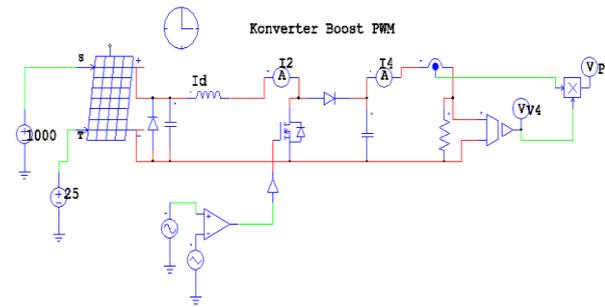


Gambar 8. MPPT dengan Kontrol Arus Hysteresis pada PLTS

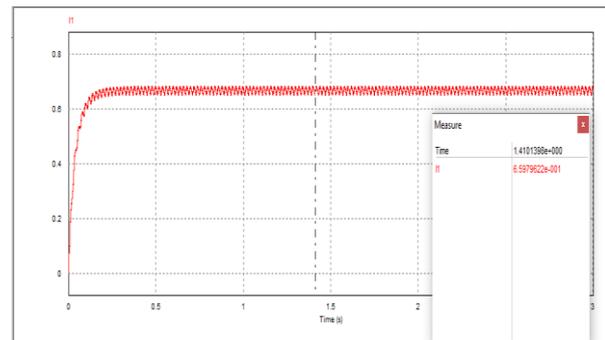
HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahapan ini menampilkan hasil pengujian dari MPPT kontrol arus *hysteresis* dengan konverter boost pada PLTS. Data yang ditampilkan meliputi grafik sinyal (bentuk gelombang), arus, tegangan dan daya output dan hasil simulasi dianalisis dengan program PSIM. Dari hasil pengujiannya diharapkan dapat mencari titik MPP sehingga dapat memaksimalkan daya keluaran.

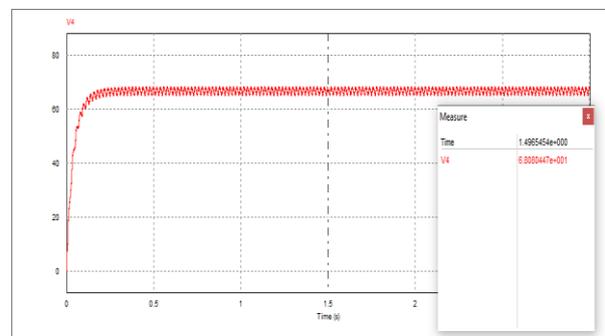
a. Pengujian Terhadap konverter boost Tanpa MPPT



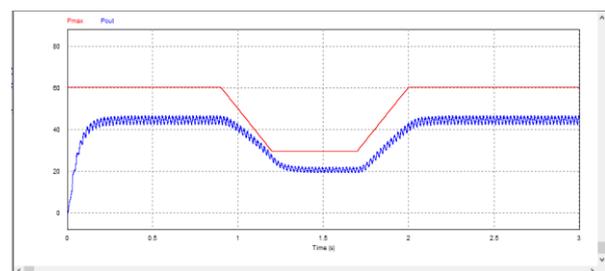
Gambar 9. Simulasi Konverter Boost Tanpa MPPT



Gambar 10. Hasil Nilai Arus Output Diperoleh adalah 0.65A Pada Intensitas Radiasi Sinar Matahari 1000W/m²



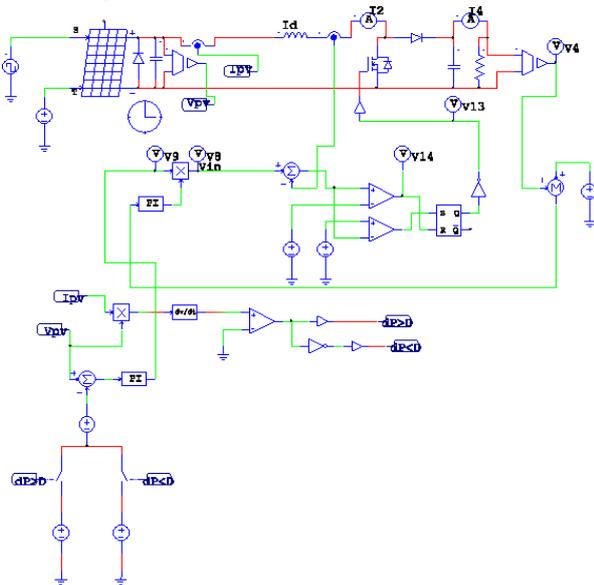
Gambar 11. Hasil Nilai Tegangan Output Diperoleh adalah 68V Pada Intensitas Radiasi Sinar Matahari 1000W/m²



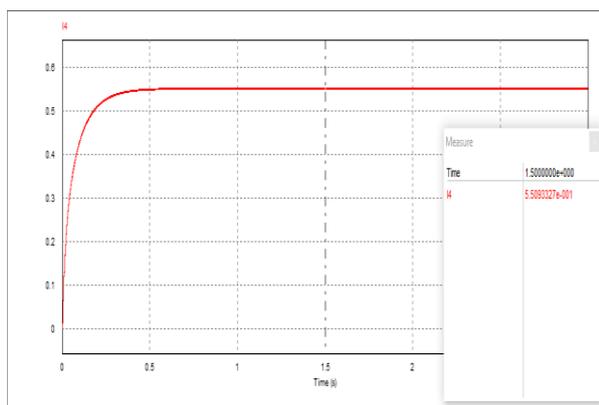
Gambar 12. Hasil Daya Output Diperoleh adalah 45W Pada Intensitas Radiasi Sinar Matahari 1000W/m²

Pengamatan bentuk gelombang keluaran dari sistem tanpa MPPT untuk dapat memperoleh nilai tegangan, nilai arus dan nilai daya, apakah mampu mencari titik daya maksimal atau tidak, maka akan dilakukan dengan menggunakan software PSIM. Hasil pengujian simulasi ini yang telah dilakukan bahwa rangkaian ini menghasilkan daya keluaran 45W, dapat diperlihatkan pada gambar 12. Rangkaian ini tanpa MPPT tidak mampu mencari titik MPP.

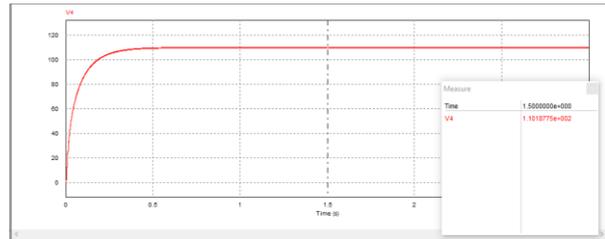
b. Pengujian Terhadap MPPT Kontrol Arus Hysteresis dengan Konverter Boost Pada PLTS



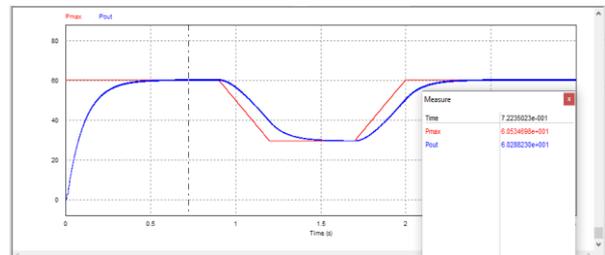
Gambar 13. Simulasi MPPT dengan Kontrol Arus Hysteresis Pada PLTS



Gambar 14. Hasil Nilai Arus output diperoleh adalah 0.55A pada intensitas radiasi sinar matahari 1000W/m²



Gambar 15. Hasil Nilai Tegangan output diperoleh adalah 110V pada intensitas radiasi sinar matahari 1000W/m²



Gambar 16. Hasil Nilai Daya output diperoleh adalah 60W pada intensitas radiasi sinar matahari 1000W/m²

Pengamatan bentuk gelombang keluaran dari MPPT menggunakan kontrol arus *hysteresis* pada PLTS untuk memperoleh nilai arus, nilai tegangan dan daya dan apakah mampu mencari pada titik MPP atau tidak, maka akan dilakukan dengan software PSIM. Hasil pengujian simulasi ini yang telah dilakukan, diperoleh bahwa rangkaian ini telah menghasilkan nilai arus output 0.55A, nilai tegangan output 110V dan nilai daya output 60W, dapat dilihat pada gambar 10 dan 11. MPPT ini mampu mencari dan mencapai titik MPP sehingga dapat memaksimalkan daya keluaran panel surya, dapat diperlihatkan pada gambar 16.

Berdasarkan hasil pengujian simulasi, dapat dilihat pada gambar 8 dan 12, terlihat bahwa MPPT kontrol arus *hysteresis* yang lebih baik karena MPPT mampu mencari dan dapat mencapai titik MPP.

PENUTUP

Dari hasil penelitian diatas, dapat disimpulkan bahwa MPPT kontrol arus *hysteresis* yang lebih baik karena MPPT mampu mencari dan dapat mencapai titik MPP dibandingkan konverter boost tanpa MPPT.

REFERENSI

- Ferry Adity Sandjojo, Iwan Setiawan, Trias Andromeda(2018). Implementasi Kontrol Arus Pada Inverter Satu Fasa Menggunakan DSPIC30F4011 Dengan Metode Kontrol Hysteresis. Transient,Vol.7, No.1
- Hazlif Nazif (2022). Penyearah 1 Fasa Dengan Faktor Daya Mendekati 1 Dan THD Minimum Pada Sistem Tenaga Listrik Dengan Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control. JEE, Vol 6, No.1
- Hazli Nazif (2021). Pemodelan Dan Simulasi Konverter Dc-Dc Boostdengan Kontrol Arus Ramp Comparison Current Control Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya. Menara Ilmu, Vol. Xv No.02
- Gabriella Bintang Sitanggang, Trias Andromeda, Enda Wista Sinuraya (2021). Perancangan Kontrol Mppt Dengan Metode P&O Pada Sistem Pv Di Gedung Teknik Sipil Universitas Diponegoro. Transient, Vol. 10, No. 1
- Benriwati Maharmi (2017). Perancangan Inverter Satu Fasa Lima Level Modifikasi Pulse Width Modulation. Jurnal Teknologi Elektro, Universitas Mercu Buana.Vol. 8 No.1
- Juhana, Ojak Abdul Rozak(2022). Reduksi Harmonik Pada Inverter Fasa Tiga Dengan Filter Pasif. EPIC (Journal of Electrical Power, Instrumentation and Control).Vol. 5, No. 1
- T. Murisal Asyadi, Ira Devi Sara, dan Suriadi (2021). Metode Maximum Power Point Tracking (MPPT) dan Boost Converter Menggunakan Fuzzy Logic Controller (FLC) pada Modul Surya. Jurnal Rekayasa Elektrika Vol. 17, No. 1