Jurnal ELECTRON, Vol. 2, No.1, Mei 2021, Hal. 5-9
e-ISSN 2622-6588

Desain Kendali Stabilitas Konverter DC/AC Pada Sistem PV Terhubung Ke Grid

Zulmiftah Huda[1]
[1]Jurusan Teknik Elektro universitas Lampung

Email : zulmiftah.huda@eng.unila.ac.id

ABSTRACT

PV systems has an important role in compliance of electrical demand. PV systems depends on sunlight intensity so that the PV output is nonlinear, this is a challenge in the control system design of PV system can maintain voltage and frequency stability. The P&O method based MPPT is applied to get the maximum power output of PV. The PWM control inputs are a reference Id from the MPPT and the voltage and current from the grid tied with Phase Looked Loop (PLL) for synchronization PV inverter. The control scheme given can provide stability voltage on the load against to the radiation changes that occur in PV.

Keywords : PV array, inverter, MPPT, grid.

INTISARI

Sistem PV telah mengambil peranan dalam memenuhi kebutuhan energi listrik. Sistem PV sangat bergantung pada intensitas sinar matahari sehingga ouput PV nonlinier, ini menjadi tantangan dalam merancang sistem kendali agar sistem PV dapat menjaga stabilitas tegangan dan frekuensi. Metode P&O berdasarkan MPPT diaplikasikan untuk memperoleh output daya maksimum PV. Input kendali PWM merupakan merupakan Id referensi dari MPPT serta tegangan dan arus dari grid melalui *Phase Looked Loop* (PLL) untuk sinkronisasi inverter PV. Skema kendali yang diberikan dapat memberikan tegangan output yang stabil pada beban terhadap perubahan irradiance yang terjadi pada PV.

Kata kunci: *PV array, inverter, MPPT, grid.*

I. PENDAHULUAN

Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau yang dikenal dengan *Photovoltaic* (PV) sudah menjadi sumber energi terbarukan yang telah dimanfaatkan secara luas. Sistem PV memberikan keuntungan tidak memiliki dampak negatif terhadap lingkungan serta sistem instalasi yang sederhana memungkinkan PV dapat dimanfaatkan baik secara individu maupun oleh industri sebagai sumber energi yang ramah terhadap lingkungan[1].

Sistem PV memiliki keunggulan dapat beroperasi tanpa terhubung ke grid (*islanding*) dan terhubung dengan grid (*grid connected*)[2,3]. Dengan semakin meningkatnya kebutuhan kelistrikan sistem PV dapat mengambil peranan penting dalam memenuhi kebutuhan akan energi listrik, dengan sistem PV yang berada dekat dengan beban dapat memperbaiki profil tegangan pada sistem dengan letak pembangkit yang jauh dari beban.

Interkoneksi sistem PV dan grid diperlukan converter elektronika daya karena PV merupakan pembangkit non linier yang bergantung pada radiasi sinar matahari. Untuk menghasilkan output konstan pada konverter maka perlu dirancang sistem kendali[4,5].

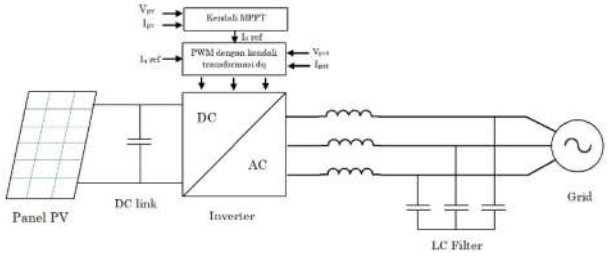
Pada paper ini akan dibahas skema konversi satu tahap pada sistem PV, agar PV dapat menyuplai daya maksimum dengan kondisi radiasi sinar matahari yang berubah digunakan teknik MPPT. MPPT akan memberikan arus referensi pada PWM dari hasil regulasi tegangan untuk menghasilkan daya maksimum pada PV[6]. Sistem kendali PWM untuk menghasilkan modulasi diperoleh dengan menjadikan tegangan dan arus pada grid serta tegangan pada pada output PV sebagai sinyal input. Skema kendali diharapkan dapat menjaga tegangan output inverter konstan terhadap perubahan yang terjadi pada sistem PV.

II. METODE PENELITIAN

Sistem pembangkit PV terdiri sisi DC dimana daya DC dihasilkan dan grid merupakan sisi AC terhubung melalui inverter sebagai konverter sistem DC menjadi sistem AC agar sistem PV dapat terinterkoneksi dengan grid. Sistem kendali pada inverter perlu dirancang untuk menghasilkan tegangan yang stabil pada inverter.

A. Konfigurasi Sistem

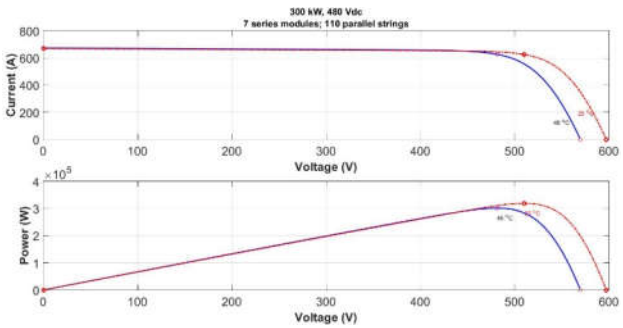
Sistem PV yang terhubung dengan grid dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi sistem dengan sistem kendali.

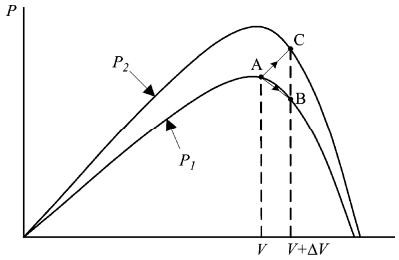
Sistem PV pada gambar 1 bertujuan mensuplai daya aktif pada sistem. Daya DC yang dihasilkan PV dikonversi menjadi daya AC oleh inverter setelah tegangan diregulasi pada DC link oleh kapasitor, output inverter terhubung dengan rangkaian filter untuk megeleminasi harmonisa sebelum daya disalurkan kebeban[7,8].

Sistem PV dengan kapasitas 300 kW dengan tegangan output 480 V pada temperatur 45^0C terdiri dari 7 modul yang terhubung seri dan 110 terhubung parallel. Daya maksimum yang dihasilkan dari karakteristik PV yang digunakan dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Plot kurva tegangan, arus dan daya maksimum yang dihasilkan.

Untuk mendapatkan output daya maksimum oleh MPPT pada pembahasan ini menggunakan metode *Perturb & Observe* (P&O) seperti terlihat pada gambar 3 [8]. Dengan turun atau naiknya daya yang dihasilkan maka tegangan terjadi perubahan sebesar ΔV untuk memperoleh daya maksimum.

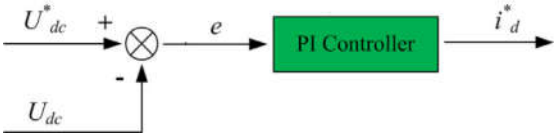


Gambar 3. Kurva P-V P&O dari MPP.

Sinyal pulsa yang dihasilkan PWM sebagai input gate IGBT pada inverter agar sistem PV dapat menghasilkan tegangan dan frekuensi yang sama dengan sistem sebagai syarat agar PV dapat terinterkoneksi dengan sistem.

B. Kendali Inverter

Kendali output dari inverter dipengaruhi oleh tegangan pada DC link dan tegangan pada grid. Seperti pada gambar 5. Terdapat dua loop kendali pada inverter yaitu regulasi tegangan DC untuk menghasilkan tegangan DC referensi seperti pada gambar 4 dengan menggunakan kendali PI dapat mestabilkan tegangan pada DC link.

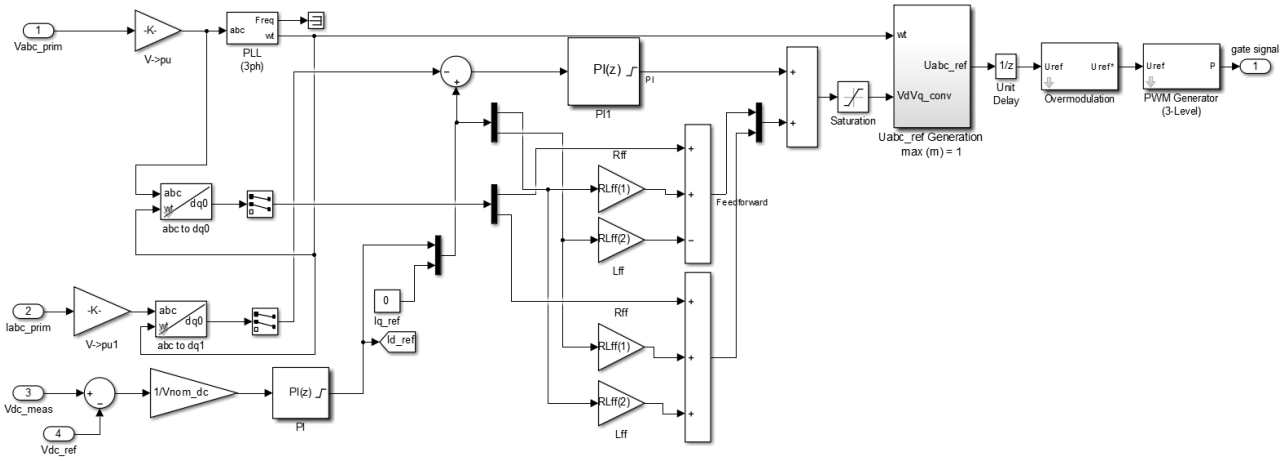


Gambar 4. Kendali PI regulasi tegangan DC PV.

Daya aktif yang disuplai oleh sistem PV ke grid adalah:

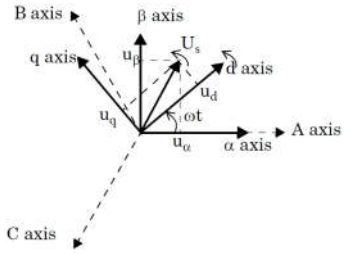
$$P = U_{dc} I_{dc} = u_d i_d . u_q i_q \qquad (1)$$

Dengan nilai $u_d u_q$ diperoleh dari transformasi Park abc to dq0 pada persamaan 2.



Gambar 5. Diagram kendali inverter

Diagram tranformasi abc ke dq0 pada gambar 6 merubah sistem 3 phasa menjadi rangkaian ekivalen lain yaitu d dan q tanpa merubah nilai dari rangkaian tersebut sehingga kita dapat merubah 3 phasa sinusoidal menjadi DC dq0 untuk mempermudah kendali[9].



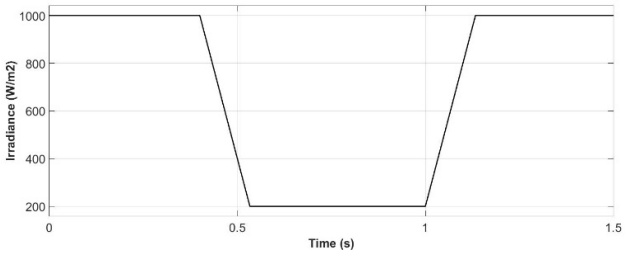
Gambar 6. Tranformasi Park.

Dengan α axis satu sumbu dengan A axis dan α axis berbeda sudut sebesar ωt dengan sumbu d axis sehingga diperoleh tranformasi dq0:

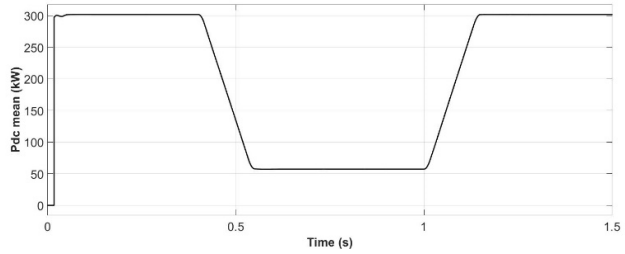
$$\begin{bmatrix} u_d \\ u_q \\ u_0 \end{bmatrix} = \frac{2}{3} \begin{bmatrix} \cos(\omega t) & \cos\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) & \cos\left(\omega t + \frac{2\pi}{3}\right) \\ -\sin(\omega t) & -\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) & -\sin\left(\omega t - \frac{2\pi}{3}\right) \\ \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & \frac{1}{2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} u_a \\ u_b \\ u_c \end{bmatrix} \quad (2)$$

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan skema kendali yang diberikan pada inverter dihasilkan respon sistem seperti disajikan pada gambar berikut. Irradiance pada PV kondisi awal 1000 W/m^2 kemudian turun menjadi 200 W/m^2. Kondisi bertujuan untuk melihat respon sistem kendali terhadap perubahan yang terjadi pada PV dan skema kendali yang diberikan diharapkan dapat menjaga tegangan output dari inverter tetap pada nilai yang sama dengan sistem. Kondisi irradiance pada PV serta pengaruh terhadap daya output rata-rata dapat dilihat pada Gambar 7.a. dan 7.b.



(a)

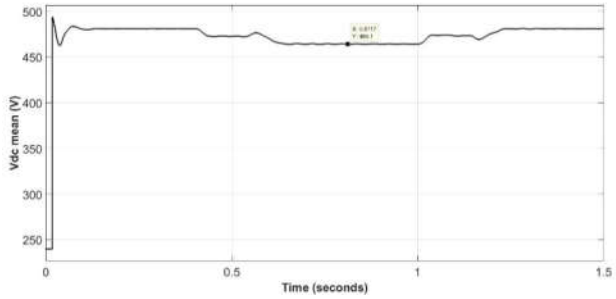


(b)

Gambar 7. (a) Kondisi perubahan irradiance pada PV. (b) Daya rata-rata yang dihasilkan terhapat perubahan irradiance.

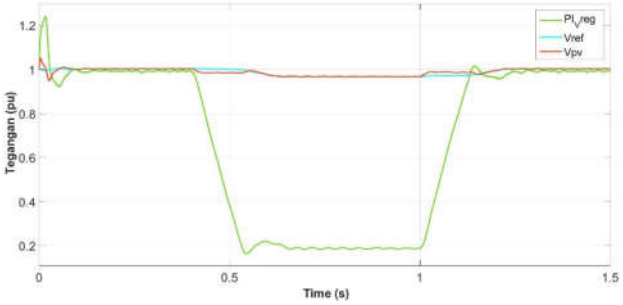
Perubahan irradiance memberikan pengaruh terhadap perubahan tegangan DC yang dihasilkan pada saat awal perubahan irradiance dari 1000

W/m^2 menjadi 200 W/m^2 MPPT menurunkan tegangan DC turun menjadi 468 V dan kemudian dapat kembali pada nilai 480 V sehingga MPPT memperoleh daya maksimum 57 kW pada gambar 8.



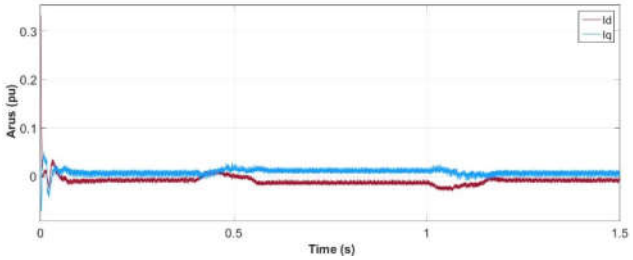
Gambar 8. Tegangan DC rata-rata dari sistem PV

Selisih tegangan referensi yang dihasilkan dari MPPT dan tegangan yang terukur pada output PV menjadi regulasi tegangan oleh kendali PI menjadi input I_d acuan pada regulasi arus PV. Seperti terlihat pada Gambar 9.



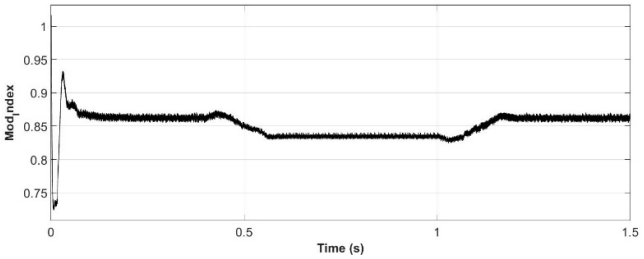
Gambar 9. Regulasi tegangan yang diberikan oleh kendali PI sebagai referensi I_d.

Selisih antara IdIq pengukuran dan IdIq referensi yang diperoleh dari regulasi tegangan menjadi regulasi arus yang akan diteruskan menjadi input modulasi pada PWM dapat dilihat pada gambar 10.

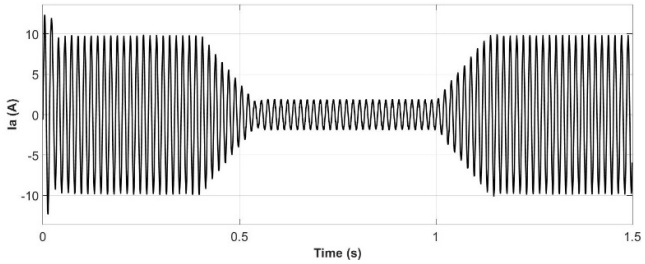


Gambar 10. Regulasi I_d I_q yang diberikan oleh kendali PI

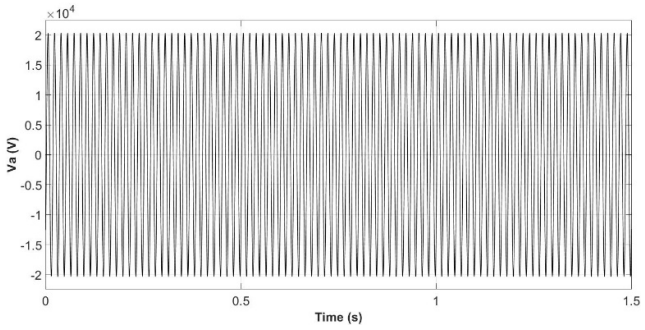
Hasil modulasi pada gambar 8(a) memberikan output tegangan yang konstan pada inverter seperti telihat pada gambar 8(c), perubahan arus pada gambar 8(b) merupakan penurunan besar arus yang dihasilkan oleh PV yang bergantung pada irradiance pada gambar 7(a) dan daya yang dihasilkan pada gambar 7(b) dengan tegangan output dijaga konstan dengan dengan makasimum yang dhasilkan oleh MPPT.



(a)



(b)



(c)

Gambar 8. (a) index modulasi sebagai referensi PWM (b) Arus output phasa a inverter (c) Tegangan output phasa a inverter.

IV. KESIMPULAN

Sistem kendali inverter pada sistem PV yang terhubung ke grid dapat memberikan tegangan output yang stabil pada beban terhadap perubahan irradiance yang terjadi pada PV. Dengan sistem kendali yang diberikan sistem PV dapat menyuplai daya maksimumnya ke beban dengan sistem MPPT.

Regulasi tegangan yang terjadi pada DC link dapat diperbaiki dengan menggunakan boost konverter agar menghasilkan tegangan DC yang konstan terhadap perubahan output yang terjadi pada PV. Skema kendali boost konverter menjadi pembahasan selanjutnya. Pada pembahasan ini hanya terbatas pada daya aktif yang dihasilkan oleh PV, perlu sistem kendali agar sistem PV dapat menyuplai daya reaktif ke grid.

REFERENSI

[1] P. D. Maycock, "World PV Cell/Module Production," PV News, vol.25, no. 3, Mar. 2006.

[2] A. Singh, R. S. Bhatia, S. Chanana, An Anti-Islanding Technique for Grid-Connected DG and multi DG System, IEEE, 2018.

[3] LI Dong-hui, WANG He-xiong, ZHU Xiao-dan, et al. Research on several critical problems of photovoltaic grid-connected generation system[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(21): 208214.

[4] H. El-helw, M. Hassanien, H.A. Ashour, "Maximum power point tracking for irregular irradiance of a photovoltaic array", in Environment and Electrical Engineering (EEEIC),12th International Conference on Wroclaw, Poland, pp. 52 – 57, 5-8 May 2013.

[5] D. Sera, R. Teodorescu, and P. Rodriguez, "PV panel model based on datasheet values," in Proc. IEEE Int. Symp. Ind. Electron., 2007, pp. 2392–2396.

[6] Iov F, Ciobotaru M, Sera D, et al. Power electronics and control of renewable energy systems[C]. Power Electronics and Drive Systems, 2007. PEDS'07. 7th International Conference on. IEEE, 2007: P6-P28.

[7] Z. Huda, N. Purwasih, D. Permata, D. Despa, Analisa harmonisa pada Sistem AC Microgrid terhubung ke Grid, Electrician Vol. 15 No.2 pp. 153-159.

[8] F. Filho, L. M. Tolbert, Y. Cao and B. Ozpineci, "Real-Time Selective Harmonic Minimization for Multilevel Inverters Connected to Solar Panels Using Artificial Neural Network Angle Generation," in IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 47, no. 5, pp. 2117-2124, Sept.-Oct. 2011.

[9] Trisham Esram and Patrick L. Chapman, "Comparison of photovoltaic array maximum power point tracking techniques," IEEE Transactions on Energy Conversion, vol.22, no,2, pp.439-449, June 2007.

[10] Wang Xifan, et al. Modern Power System Analysis. Science Press.2009.1.244-245