

DESAIN SIMULASI INVERTER ON GRID MENGGUNAKAN METODE CURRENT CONTROLLED DENGAN SOFTWARE PSIM

Dwi Jayanto¹, Abil Huda¹

¹Universitas Borneo Tarakan, Jurusan Teknik Mesin
Jl. Amal Lama No.Kel, Pantai Amal, Tarakan Tim., Kota Tarakan, Kalimantan Utara

Email: dwijayanto22@gmail.com¹

Abstrak

Penelitian ini melakukan desain simulasi inverter *on grid* menggunakan metode *current controlled* dengan software PSIM. Rangkaian inverter yang digunakan adalah rangkaian inverter *fullbridge* dengan sistem kendali menggunakan metode *current controlled*. Rangkaian filter yang digunakan adalah filter *low pass* LC dengan nilai L adalah 0.0113H dan nilai C adalah 100nF. Rangkaian kendali yang digunakan adalah rangkaian SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*). Keluaran arus inverter diatur sebesar 6 A dengan sudut fasa antara tegangan dan arus berubah. Sudut fasa antara arus dan tegangan berpengaruh terhadap daya yang disuplai inverter ke grid. Pada saat inverter memiliki sudut fasa yang sama dengan grid maka daya yang disuplai sesuai dengan referensi yang diberikan oleh sistem kontrol. Kelebihan daya dari inverter akan disuplai ke grid, begitu pula kekurangan daya akan disuplai dari grid. Pada saat arus inverter *lagging* 90° dari tegangan maka inverter menyuplai daya reaktif ke sistem dan memkonsumsi daya aktif dari sistem. Daya reaktif yang dikirim ke sistem jauh lebih besar dari daya aktif yang dikonsumsi oleh inverter. Pada saat arus inverter *leading* 90° dari tegangan maka inverter menyerap baik daya aktif maupun daya reaktif dari sistem. Frekuensi pada sistem konstan dengan nilai 50Hz.

Kata Kunci: Inverter, filter, grid, current controlled.

Abstract

This study conducted an simulation design of an on grid inverter using the current controlled method with PSIM software. The inverter circuit used is a fullbridge inverter circuit with a control system using the current controlled method. The filter circuit used is an LC low pass filter with an L value of 0.0113H and a C value of 100nF. The control circuit used is the SPWM (*Sinusoidal Pulse Width Modulation*) circuit. The output current of the inverter is set at 6 A with the phase angle between the voltage and the current changing. The phase angle between current and voltage affects the power supplied by the inverter to the grid. When the inverter has the same phase angle as the grid, the power supplied is in accordance with the reference given by the control system. The excess power from the inverter will be supplied to the grid, as well as the lack of power will be supplied from the grid. When the inverter current lags 90 ° from the voltage, the inverter supplies reactive power to the system and consumes active power from the system. The reactive power sent to the system is far greater than the active power consumed by the inverter. When the inverter current is leading 90 ° from the voltage, the inverter absorbs both the active and reactive power of the system. The frequency on the system is constant with a value of 50Hz.

Keywords: Inverter, filter, grid, current controlled.

1. PENDAHULUAN

Inverter merupakan salah satu converter yang digunakan untuk mengubah sinyal listrik DC menjadi sinyal listrik AC sekaligus menyalurkan energi listrik ke beban[3]. Namun, sistem yang biasa digunakan dalam panel surya berupa sistem *off-grid*.

Sistem *off grid* belum semaksimal sistem *on grid* karena pada sistem *off grid* kelebihan atau kekurangan pada sistem hanya disuplai dan dipakai oleh sistem tersebut tanpa bisa

dialirkan atau disuplai dari sumber lainnya. Umumnya pada sistem panel surya dihasilkan arus searah, sehingga dibutuhkan sistem pengubahan ke dalam bentuk daya arus bolak-balik sebelum dapat digunakan[6].

Kondisi sinkron pada sistem *on grid* sangat penting termasuk pada inverter. Jika karakteristik daya yang dihasilkan inverter tidak sinkron, maka dimungkinkan pengoperasian parallel akan mengakibatkan ketidakstabilan dan kegagalan sistem[10]. *Current control* PWM merupakan salah satu

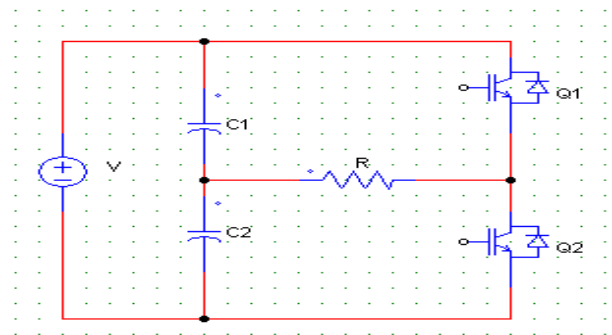
metode yang bisa digunakan untuk mengatur kondisi pensaklaran inverter. Tujuan dari metode ini adalah mengatur arus *output* inverter mengikuti arus referensi yang diberikan. Prinsip sederhana dari metode kontrol ini adalah membandingkan sinyal referensi dengan sinyal terukur output inverter. Kemudian akan menghasilkan suatu sinyal output controller PI yang akan dimodulasikan dengan sinyal segitiga. Hasil modulasi tersebut akan digunakan untuk pensaklaran pada inverter[6].

Penelitian ini akan dilakukan desain simulasi inverter on grid menggunakan metode current controlled dengan software PSIM. Skripsi ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana cara menghubungkan antara PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) dengan jaringan PLN sehingga penggunaan listrik di Kota Tarakan lebih efektif dan maksimal.

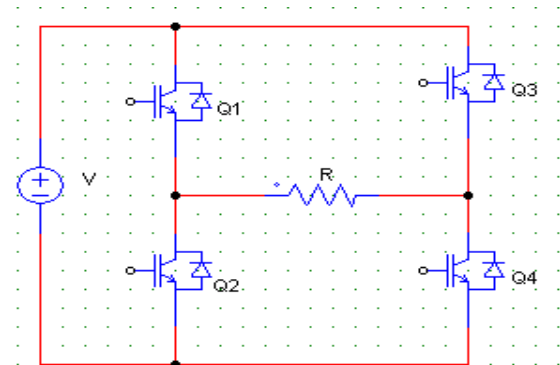
A. Dasar Teori

Inverter adalah suatu komponen sistem PLTS yang digunakan untuk mengkonversikan arus DC dari panel surya atau baterai menjadi arus AC. Tegangan keluaran yang dihasilkan setelah dilakukannya konversi melalui inverter ini dapat bernilai tetap atau berubah-ubah sesuai kebutuhan. Bentuk gelombang keluaran dari inverter idealnya gelombang sinus. Tetapi pada kenyataannya tidak demikian karena adanya harmonisa. Inverter di bagi menjadi 2 macam yaitu, inverter satu fase dan inverter tiga fase. Dan menurut jenis gelombangnya ada tiga jenis inverter yang ada di pasaran yakni inverter gelombang sinus, gelombang sinus termodifikasi, dan inverter gelombang kotak.

Menurut Mochamad Ashari dalam buku berjudul desain konverter elektronika daya menyebutkan “*Half bridge* adalah inverter yang tersusun dari 2 buah inverter yang tersusun dari 2 buah saklar semikonduktor sedangkan full bridge terdiri dari 4 buah saklar dan sumber dc tunggal.”



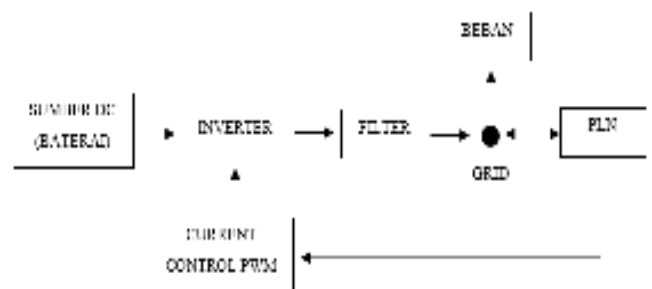
Gambar1. Inverter *halfbridge* (Ashari, 2017)



Gambar 2. Inverter *fullbridge* (Ashari, 2017)

2. METODE

A. Diagram Blok Alat



Gambar 3. Diagram blok alat

Keterangan :

- a. Sumber DC = menggunakan baterai sebagai sumber DC
- b. Inverter = inverter yang digunakan adalah inverter fullbridge
- c. Filter = memfilter gelombang sehingga keluaran menjadi sinus
- d. Current control = kontrol arus yang digunakan adalah control arus linear.

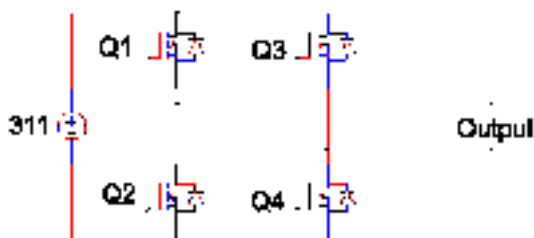
- e. PLN = sumber pln diasumsikan stabil dengan tegangan dan frekuensi konstan.
- f. Beban = beban yang digunakan berubah-ubah untuk melihat aliran daya antara inverter dengan grid.

style in document..3)
(Error! No text of specified style in document..4)

$$L = \frac{1}{2\pi f_c^2 C}$$

B. Rangkaian Inverter

Pada rangkaian inverter digunakan rangkain inverter fullbridge dengan sumber tegangan input 311 VDC. Tegangan input 311 VDC dipilih karena tegangan vpp grid 1 fasa sebesar 311 VAC. Tegangan input dianggap telah di naikan dari 12 VDC dengan boost menjadi 311 VDC. Saklar otomatis yang digunakan adalah mospet.



Gambar 4. Rangkaian inverter penelitian

Maka,

$$L = \frac{1}{2\pi 15000^2 0,00000001}$$

(Error! No text of specified style in document..5)

$$L = 0.011248852$$

(Error! No text of specified style in document..6)

C. Rangkaian Filter

Rangkaian filter menggunakan rangkaian filter Low-pass dengan komponen LC. Nilai komponen L dan C sebagai berikut:

Frekuensi yang dilewatkan adalah sebesar 50Hz sedangkan frekuensi cutoff sebesar 15000Hz. Nilai kapasitor yang digunakan adalah sebesar 100nF maka nilai L,

$$f_c = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

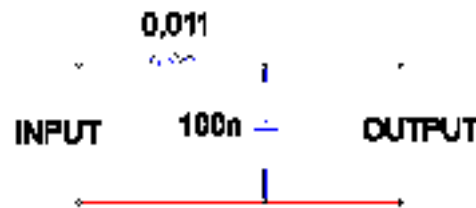
(Error! No text of specified style in document..1)

$$2\pi f_c = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

(Error! No text of specified style in document..2)

$$2\pi f_c^2 = \frac{1}{LC}$$

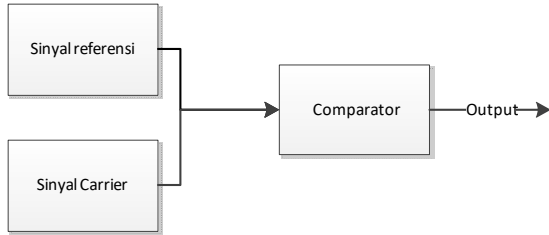
(Error! No text of specified style in document..3)



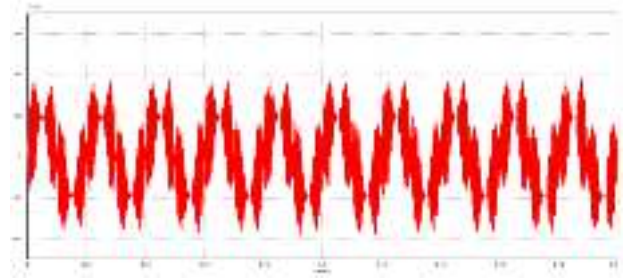
Gambar 5. Rangkaian filter penelitian

D. Rangkaian Kendali

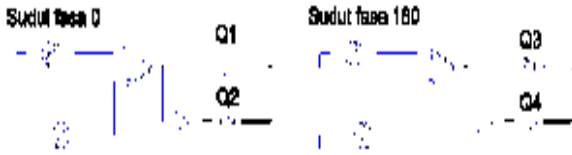
Rangkaian kendali menggunakan metode SPWM berjenis unipolar karena memiliki sedikit harmonisa dan rugi-rugi daya yang dihasilkan. Pada rangkaian kendali ini akan dibandingkan nilai sinyal referensi berupa sinyal sinusoida dengan sinyal carrier berupa sinya gelombang segitiga. Pada sinyal referensi akan diatur nilai frekuensi sebesar 50Hz dan pada sinyal carrier akan diatur nilai frekuensi sebesar 15000Hz.



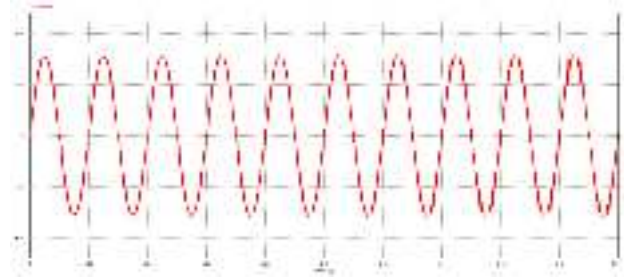
Gambar 6. Diagram blok sistem kendali



Gambar 10. Arus Sebelum di Filter



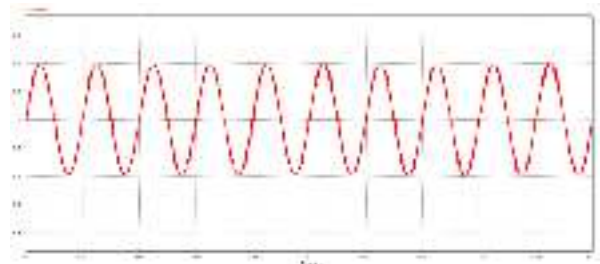
Gambar 7. Rangkaian Kendali Penelitian



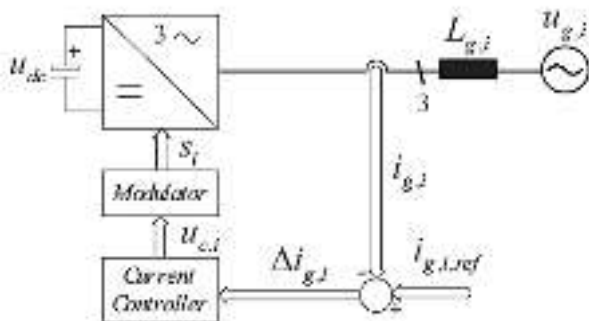
Gambar 11. Tegangan output inverter setelah difilter

E. Current Control PWM

Current Controlled PWM adalah metode yang digunakan pada penelitian ini untuk mengatur pengaktifan inverter sesuai dengan referensi yang diberikan. Sisi kontrol pengaktifan sangat penting dalam skripsi ini untuk mengetahui syarat-syarat sebuah sistem untuk bisa on grid.



Gambar 12. Arus output inverter setelah difilter

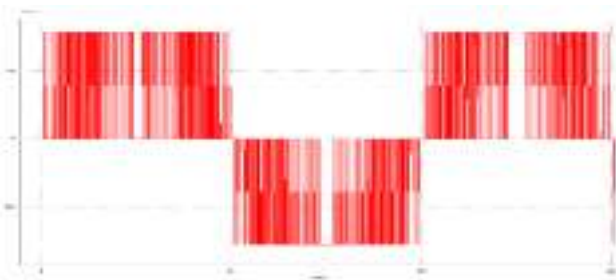


Gambar 8. Rangkaian Sistem On grid

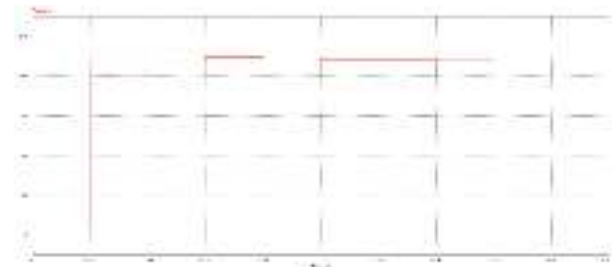
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Inverter Off Grid Open Loop

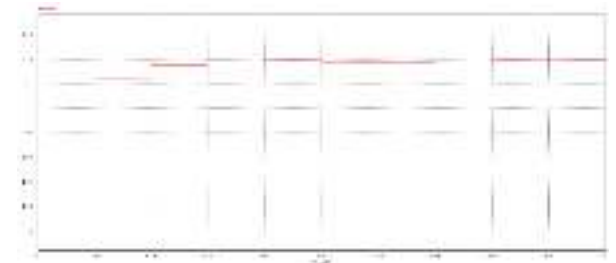
R = 1600 Ohm



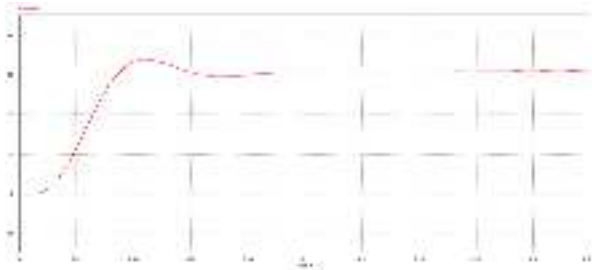
Gambar 9. Tegangan Sebelum di Filter



Gambar 13. Respon Tegangan



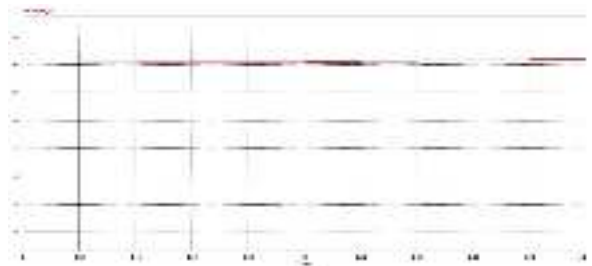
Gambar 14. Respon Arus



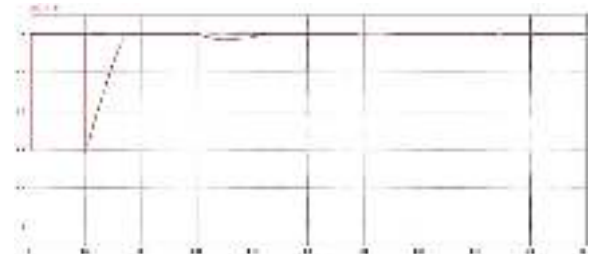
Gambar 35. Daya Aktif Inverter



Gambar 16. Daya Reaktif Inverter



Gambar 17. Output Daya Semu Inverter



Gambar 18. Output Faktor Daya Inverter

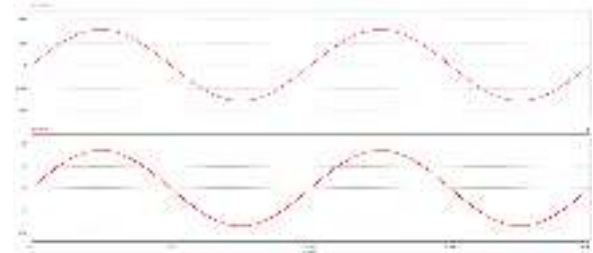
Tabel 1. Perbandingan nilai output

No	Beban	$V_o(V)$	$I_o(A)$	$P(W)$	$Q(VAr)$	$S(VA)$	cos
1	R 1000	212	0,1	20	0	20	1
2	R 1000	209	1	200	0	200	1
3	R 1000	250	0,1	25	25	25	1
	Induktif						
4	R 1000	210	1	174	142,4	187,1	0,9
	Kapasitif						
5	R 1000	220	0,5	22	0,6	22	1
	Induktif						
6	R 1000	210	1	21	0	21	1
	Kapasitif						

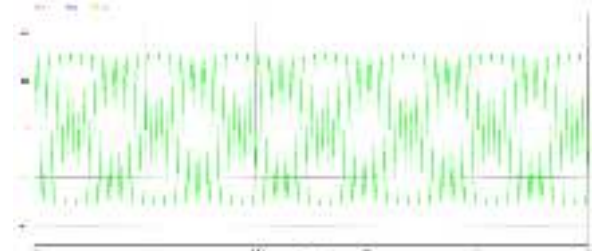
B. Inverter On Grid Close Loop

Arus sefasa dengan tegangan berbeban R = 10 Ohm

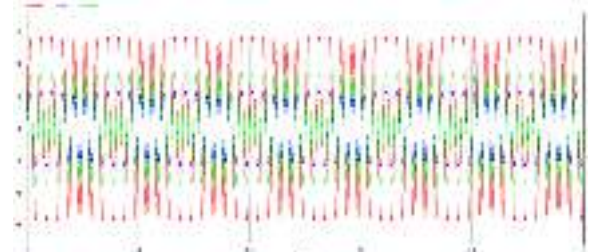
Nilai arus keluaran inverter diatur sebesar 6 ampere, oleh karena itu pada bagian ini akan ditampilkan nilai arus, tegangan dan daya jika daya yang dibutuhkan di beban lebih besar daripada daya yang dihasilkan inverter. Hal ini bertujuan untuk melihat respon sistem atau dalam hal ini grid, bekerja mengisi kekurangan energi yang dibutuhkan oleh beban.



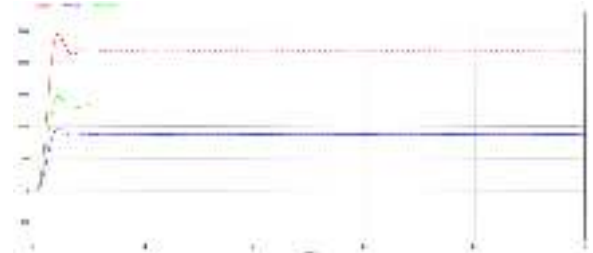
Gambar 19. Perbandingan sudut fasa antara tegangan dan arus



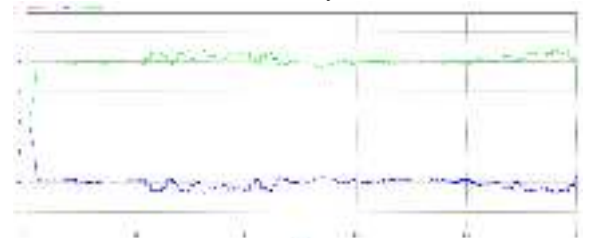
Gambar 20. Tegangan sistem



Gambar 21. Arus sistem



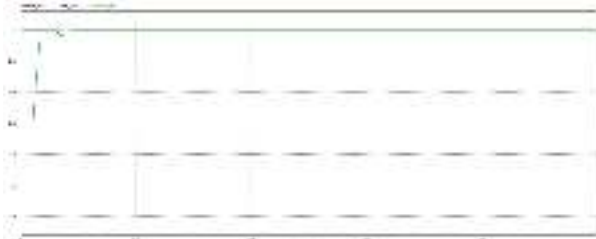
Gambar 22. Daya aktif sistem



Gambar 23. Daya reaktif sistem



Gambar 24. Daya semu sistem



Gambar 25. Faktor daya

Tabel 2. Tabel Arus sefasa beban 22 Ohm

No	X	Beban	Grid	Inverter
1	Tegangan (V)	219,9	219,9	219,9
2	Arus (A)	9,9958	3,9848	6,012
3	Daya Aktif (W)	2198,2	876,18	1322
4	Daya Reaktif (Var)	0	4,1524	4,1524
5	Daya Semu (VA)	2198,2	676,31	1322,1
6	Powerfactor	0,9994	0,9994	0,9994

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa : Rangkaian filter, rangkaian kendali pada sistem open loop maupun sistem close loop, dan rangkaian inverter berfungsi dengan baik sesuai dengan perancangan. Inverter dapat bekerja sebagai alat yang berfungsi memperbaiki faktor daya pada sistem on grid maupun jatuh tegangan pada sistem on grid. Kita dapat mengontrol arus yang keluar dari inverter dengan menggunakan metode *current control* sehingga daya yang keluar dari inverter dapat diatur.

Perbedaan sudut fasa sangat berpengaruh pada daya yang disuplai atau dikonsumsi oleh inverter. Inverter dapat mengurangi ketergantungan daya yang didapatkan dari grid. Sistem inverter memiliki banyak fungsi dan kegunaan karena itu disarankan bagi pembaca untuk mengembang inverter menjadi fungsi tertentu pada sistem kelistrikan. Sebagai contoh, karena inverter on grid dapat

menyuplai daya reaktif pada sistem maka inverter dapat digunakan sebagai pengganti kapasitor bank pada sistem kelistrikan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih saya ucapkan kepada semua orang yang telah membantu berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Papavasiliou, dkk “*Current Control of a Voltage Source Inverter connected to the Grid via LCL Filter*”, Jurnal National Technical University of Athens.
- [2] Ashari, Mochamad, *Desain Konverter Elektronika Daya* (Bandung: INFORMATIKA, 2017)
- [3] Huda, Abil. Patria Julianto, “*Penggunaan inverter dengan metode SPWM pada system fotovoltaik berbasis adaptive neuro fuzzy inference system*” Prosiding Salingdidik, 2017
- [4] Jansen, Ted, J, *Teknologi Rekayasa Surya, diterjemahkan oleh Prof.Wiranto Arismunandar* (Jakarta, PT.Pradnya Paramita, 1995)
- [5] Kadir, Abdul, *Energie: Sumber Daya, Inovasi, Tenaga Listrik dan Potensi Ekonomi* (Jakarta: UI Press, 1990)
- [6] Pramasdeka, Resa Hidayat, dkk “*Desain dan Implementasi Current-Controlled Voltage Source Inverter untuk Kontrol Tegangan dan Frekuensi Generator Induksi Tiga Fasa*” Jurnal Teknik ITS Vol. 6, No. 1, (2017)
- [7] Ratnadewi, dkk, *Dasar-dasar Rangkaian Listrik Disertai Contoh-Contoh Soal Pembahasannya* (Bandung, Cv. Alfabeta, 2015)

- [8] Suhono, Inventarisasi Permasalahan pada Instalasi Solar Home System Di Wilayah Daerah Istimewa Yogyakarta, Laporan Kerja Praktek, Universitas Gadjra Mada. (Yogyakarta: 2009)
- [9] Suriadi dan Syukri, Mahdi, "*Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Terpadu Menggunakan Software PVSYST Pada Komplek Perumahan Di Banda Aceh*", Jurnal Rekayasa Elektrika, Vol.9 No.2, hal.77-80, 2010.
- [10] Sutawan, Pande K. B., Kumara, I Nyoman Satya, Ariastina, W.G., "*Simulasi Sistem Kontrol Operasi On Grid Serta Islanding Pembangkit Listrik Tenaga Surya Di Jurusan Teknik Elektro Universitas Udayana*", Jurnal Teknik Elektro, Vol. 14, No. 2, 2015
- [11] Serpa, Leonardo Augusto "*Current Control Strategies for Multilevel Grid Connected Inverters*", Jurnal Diss. ETH No. 17463
- [12] Ujanarko, Bambang., "*Metode Sinkronisasi Inverter Satu Fase Dengan Jaringan Listrik Yang Terdistorsi*" Telkomnika Vol. 8, No. 1, April 2010: 49 - 56