

SIMULASI SINKRONISASI INVERTER ON-GRID PADA PLTS LOMBOK

Krisna Wilantara
1412013
Krisnawilantara02@gmail.com

Abraham Lomi

Abstrak— Sumber listrik searah yang berasal dari sumber energi terbarukan yang dikoneksikan dengan sistem jaringan listrik membutuhkan proses sinkronisasi proses tersebut dilakukan dengan mengontrol cara kerja inverter sedemikian rupa sehingga dapat diperoleh amplitudo, fasa dan frekuensi yang sama dengan jaringan listrik. Pada penelitian ini dibahas suatu cara untuk proses sinkronisasi inverter dengan jaringan listrik (grid). Dengan menggunakan *software PSCAD* dan proses sinkronisasi berhasil tanpa adanya gangguan.

Kata kunci: *inverter simulasi*

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sistem interkoneksi pada tegangan ekstra tinggi telah menghasilkan sistem kelistrikan yang lebih handal dan lebih efisien. Umumnya pembangkit yang masuk dalam sistem interkoneksi merupakan pembangkit besar, dengan energi primer yang berupa batu bara, minyak bumi dan gas. Dengan semakin berkurangnya sumber energi fosil dan dampak terhadap lingkungan, maka pembangkit energi terbarukan banyak di teliti dan di kembangkan.

Pemanfaatan sumber energi terbarukan yang dipergunakan semakin meningkat dengan mengurangi ketergantungan pada penggunaan energi fosil makin menipis dalam mendukung program pengembangan energi terbarukan. [2]

Sejumlah metode konversi telah banyak ditemukan, namun masih banyak membutuhkan pengembangan. Sistem *fuel cell*, *fotovoltaic*, dan lain-lain merupakan sistem konversi yang mulai banyak diterapkan. Sistem tersebut umumnya menghasilkan tegangan arus searah, sehingga membutuhkan sistem pengubah tegangan arus searah menjadi tegangan arus bolak-balik dengan menggunakan *inverter* agar bias digunakan pada jaringan listrik

Kondisi sinkron yaitu kondisi dimana amplitudo, frekuensi dan fasa tegangan/arus sama pada dua atau lebih pembangkit. Sinkronisasi yang hanya melihat pada besaran amplitudo efektif, frekuensi dan fasa belumlah cukup sebagai persyaratan untuk sinkronisasi *inverter* dengan daya listrik yang berasal dari sistem pembangkit konvensional. Persyaratan lain yang harus dipenuhi adalah kesamaan bentuk gelombang atau dengan kata lain tegangan sesaat harus sama.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana cara sinkronisasi frekuensi, tegangan, sudut fasa dan urutan fasa?
2. Bagaimana sinkronisasi inverter dengan grid PLN?

C. Tujuan

Tujuan dari skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Tujuan penelitian ini adalah mensimulasikan sinkronisasi inverter yang bersumber dari PV dengan grid PLN,
2. Menganalisa ada tidaknya gangguan pada saat sinkronisasi inverter dan grid.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Panel Surya

Panel surya atau *photovoltaic* (PV) adalah alat semikonduktor penghantar aliran listrik yang dapat mengubah energi surya menjadi energi listrik secara langsung secara efisien. Sel surya disusun membentuk sebuah panel atau modul PV dengan kapasitas dan tegangan tertentu. Untuk mendapatkan daya yang besar maka sel surya dihubungkan secara seri atau paralel sehingga menjadi sebuah panel PV. Gabungan beberapa modul yang terhubung secara seri, paralel disebut *array*.

B. Inverter

Inverter adalah suatu rangkaian yang berfungsi untuk mengubah tegangan masukan arus searah (DC) menjadi tegangan keluaran arus bolak-balik (AC). Tegangan dan frekuensinya dapat diatur sesuai dengan yang diinginkan. Pengaturan tegangan inverter yang umum digunakan adalah dengan metode Modulasi Lebar Pulsa (Pulse Width Modulation, PWM).

Ada banyak jenis inverter yang umum adalah inverter 1 fasa dan inverter 3 fasa, tapi secara rinci inverter ada berbagai macam jenis antara lain:
Berdasarkan gelombang output:

- Sine wave inverter, yaitu inverter yang memiliki tegangan aoutput dengan bentuk gelombang sinus murni atau sama seperti bentuk gelombang tegangan dari PLN.
- Sine wave modified inverter, yaitu inverter dengan output berbentuk gelombang kotak yang dimodifikasi sehingga menyerupai gelombang sinus.
- Square wave inverter, yaitu inverter dengan aoutput berbentuk gelombang kotak, inverter jenis ini tidak dapat mensuplai tegangan beban induktif.

Berdasarkan fungsinya:

- Off grid inverter, bekerja dengan menggunakan sumber listrik backup battery yang dihasilkan dari solar panel system dan menggantikan saat jaringan listrik dari penyedia listrik utama (PLN) padam.
- Grid tie inverter *atau* on-grid inverter, bekerja secara langsung dari solar panel system tanpa melalui sumber backup, juga dapat digunakan secara bersama dengan penyedia jaringan listrik utama (PLN), sehingga dapat mengurangi beban tagihan listrik, system ini bekerja secara sinkron dan otomatis berbagi beban antara solar panel system sebagai yang utama dan PLN sebagai backup, kekurangan dari system ini adalah ketika terjadi pemadaman listrik utama/PLN pada siang hari, inverter akan ikut mati sehingga tenaga matahari tidak optimal digunakan jika di daerah yang sering terjadi pemadaman listrik.
- Hybrid inverter, adalah perpaduan dari inverter off grid dan grid tie inverter. Selain dapat sebagai grid tie inverter juga dapat sebagai backup power ketika terjadi pemadaman listrik dari PLN. Sehingga system ini cocok untuk segala kondisi daerah seperti daerah yang tidak ada listrik sama sekali dan di daerah perkotaan yang jarang terjadi pemadaman listrik.

C. PWN

Inverter PWM umumnya memerlukan pembentuk sinus untuk proses sinkronisasi yang baik. Rangkaian pembentuk sinus yang digunakan dalam penelitian ini. Pada penelitian ini digunakan regular sampled PWM dengan pencuplikan tak simetri (unsymmetrical sampling) menggunakan sinyal pembawa (carrier signal) gelombang segitiga.

Jadi pada prinsipnya sinyal atau gelombang dari jaringan listrik yang terdistorsi akan di-filter dahulu menjadi sinus. Hasil filter kemudian akan dikompensasi untuk dipulihkan sudut fasenya dari pergeseran fase akibat filter daya. Hasil kompensasi kemudian akan diproses menjadi pulsa positif atau negatif untuk fase positif dan negatif di zero crossing. Pulsa-pulsa ini kemudian dinormalisasi dan kemudian akan di-AND-kan dengan hasil PWM sinyal asli dari grid. Hasilnya adalah pulsa-pulsa trigger pada komponen saklar inverter yang sinkron dengan tegangan pada jaringan listrik.

D. PSCAD

PSCAD (Power Systems Computer Aided Design) adalah antarmuka pengguna grafis yang kuat dan fleksibel untuk mesin simulasi transien elektromagnetik-elektromagnetik EMTDC yang terkenal di dunia. PSCAD memungkinkan pengguna untuk secara skematis membangun sirkuit, menjalankan simulasi, menganalisis hasil, dan mengelola data dalam lingkungan grafis yang terintegrasi sepenuhnya. Fungsi, kontrol, dan meter plot online juga disertakan, memungkinkan pengguna untuk mengubah parameter sistem selama menjalankan simulasi, dan dengan demikian melihat efeknya saat simulasi sedang berlangsung.[1] Program PSCAD paling banyak digunakan sebagai program simulasi dan analisa karena program ini sangat detail dalam menggambar atau merangkai suatu rangkaian program dibanding dengan program lainnya.

III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang dilakukan dalam penelitian ini adalah mensimulasikan sinkronisasi inverter dengan jaringan PLN dengan menggunakan *software* PSCAD/EMTD *V4.5 Power*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui proses simulink sinkronisasi inverter dengan jaringan listrik utama (PLN)

Penelitian ini dilakukan di Gili Trawangan yang bertempat di Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat (NTB).

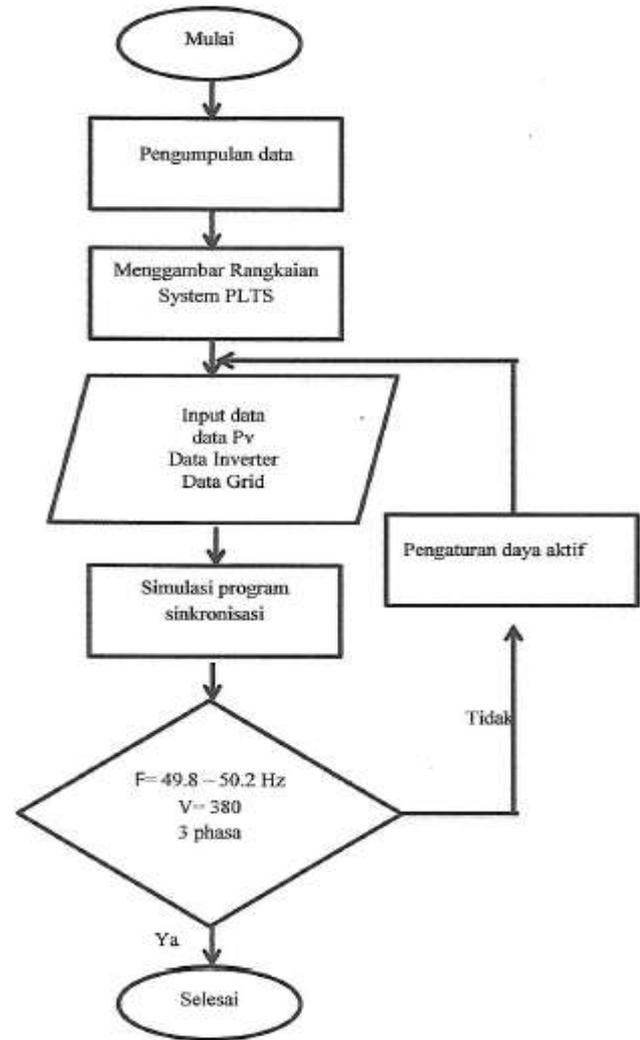
Penelitian ini dimulai dengan pengumpulan data PLTS yang berada di Gili Trawangan. Kemudian data yang telah diperoleh akan di simulasikan dengan menggunakan *software* PSCAD/EMTD *V4.5 Power*. Dan data yang telah didaati meliuti:

- Data PV, Data inverter PLTS Gili Trawangan.
- Data jaringan utama atau (PLN).
- Single Line PLTS Gili Trawangan.

Adapun langkah-langkah dari metode penelitian ini antara lain:

1. Kajian literature.
2. Pengumpulan data-data PLTS, data jaringan utama PLN dan gambar single line PLTS Lombok.
3. Memodelkan system kelistrikan PLTS Gili Treawangan menggunakan *software* PSCAD/EMTD *V4.5 Power*.
4. Mensimulasikan proses sinkronisasi inverter dengan jaringan listrik utama (PLN).
5. Apabila nilai frekuensi, tegangan dan sudut fasa tidak sama maka akan dilakukan analisa ulang pada program simulasi.
6. Apabila semua nilai frekuensi, tegangan dan sudut fasa dari inverter sudah sama dengan nilai frekuensi, tegangan dan sudut fasa dari jaringan listrik utama (PLN) maka proses sinkronisasi antara inverter dan jaringan utama dapat dilakukan.
7. Menuliskan hasil dari simulasi sinkronisasi inverter dengan jaringan listrik utama.
8. Menarik kesimpulan dari hasil simulasi tersebut.
9. Selesai.

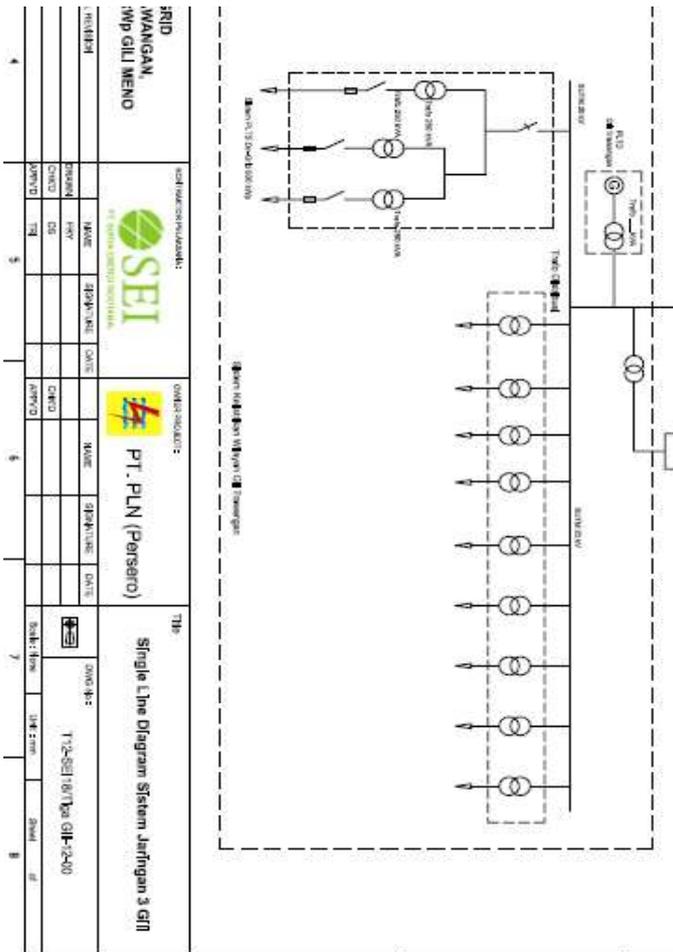
A. Flow Chart



Gambar 1. Flow Chart

IV. ANALISIS HASIL

A. Single Line PLTS LOMBOK



Gambar 2. Single Line PLTS Lombok

Type	:Apollo HTP 512
Rated	:250kW
DC input	:nominal voltage 400-700cdc
AC output	:3phasa,220/380/400V
Frequency	:50Hz

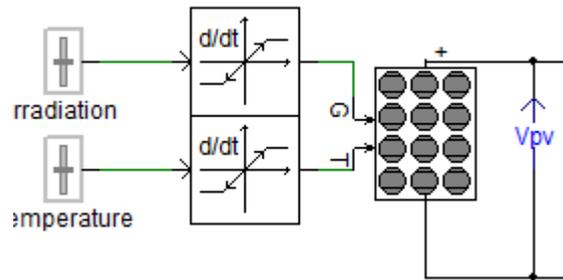
Tabel 1.2. Data Inverter

Tegangan	380V
Jumlah phasa	3
frequency	50Hz

Tabel 1.3. Data Jaringan

B. Simulasi PV Pada PSCAD

Pemodelan simulasi sinkronisasi inverter on-Grid pada PLTS Lombok menggunakan *software* PSCAD.



gambar 3. Rangkain PV array

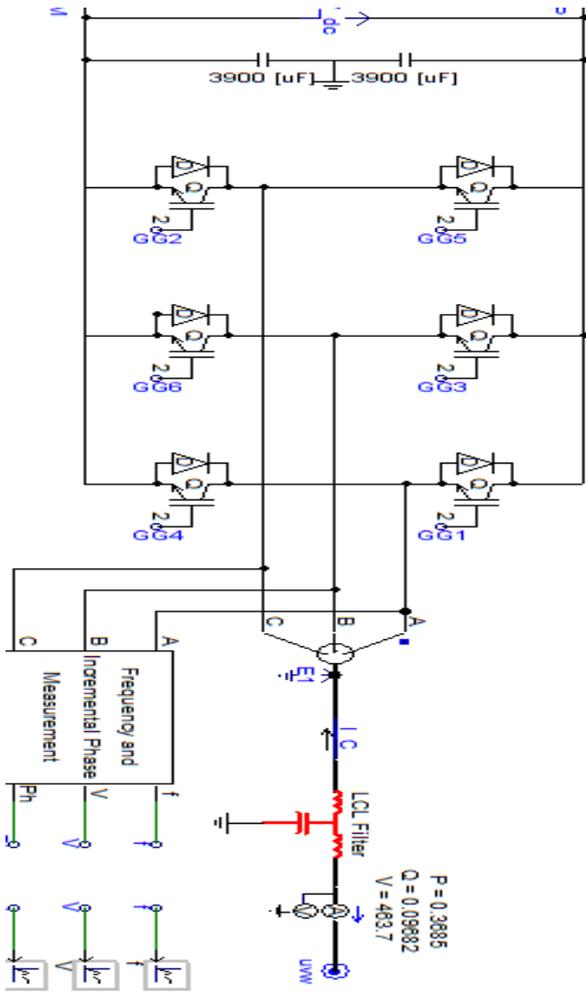
Berikut data-data yang didapat dari PLTS Gili Trawangan:

Produk dan type	:Suntech-STP220-20/wd
Daya Puncak	:@220wp
Jumlah mosul array	: 920 buah
Total daya puncak	: 202,4kwp
Tegangan nominal array	: 400V
Tegangan peak power array	:570-590Vp

Tabel 1. Data PV

Rangkaian diatas adalah rangkaian pv yang dihubungkan dengan rangkaian control nyang mana rangkaian control ini berfungsi sebagai pengontrol temperature penyinaran sehingga pv dapat menghasilkan daya penuh.

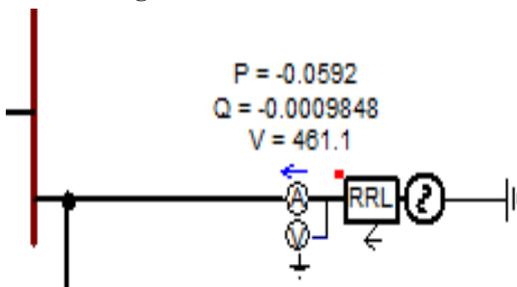
C. Simulasi Rangkaian Inverter Pada PSCAD



Gambar 4 .Rangkaian inverter

Pada rangkaian diatas dapat dilihat inverter menggunakan 6 pulse yang terdiri dari rangkaian penyearah diode dan igbt sebagai pembangkitan pulsa yang mana pulsa digunakan untuk frekuensi supaya inverter dapat terhubung dengan jaringan listrik, yang syarat untuk dapat terhubung dengan jaringan listrik adalah frekuensi, tegangan dan fasa

D. Simulasi Rangkaian Grid

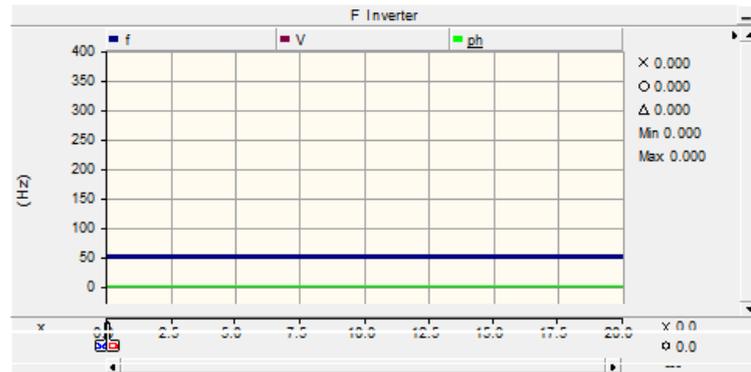


Gambar 5. Rangkaian grid

Pada rangkaian diatas dapat dilihat rangkaian Grid (jaringan) yang mana pada rangkaian tersebut sudah

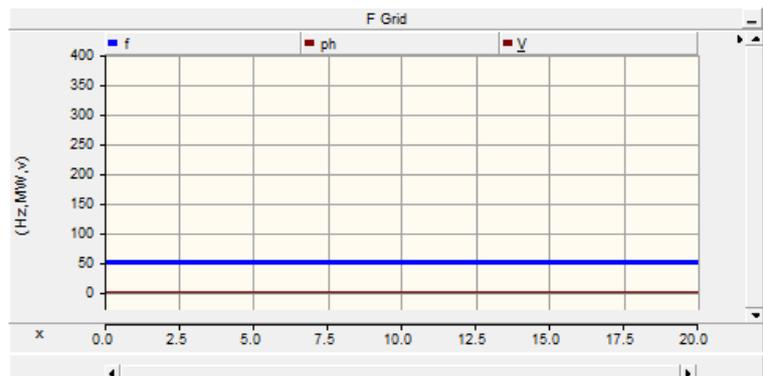
terhubung dengan bus 380 V yang mana nanti akan dihubungkan dengan rangkaian inverter yang bersumber dari PV.

E. Sinkronisasi Inverter



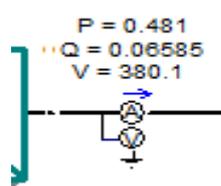
Gambar 6. Tampilan frekuensi pada inverter

Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa frekuensi pada inverter yaitu 50Hz yang mana inverter sudah dapat dihubungkan dengan Grid (jaringan), sehingga proses sinkronisasi dapat dilakukan.

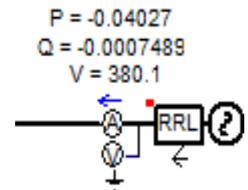


Gambar 7. Tampilan frekuensi pada Grid

Berdasarkan Gambar 6 dan gambar 7 diatas frekuensi antara inverter dan grid sudah sama dimana frekuensi berada pada 50 Hz yang mana salah satu syarat sinkronisasi sudah terpenuhi.



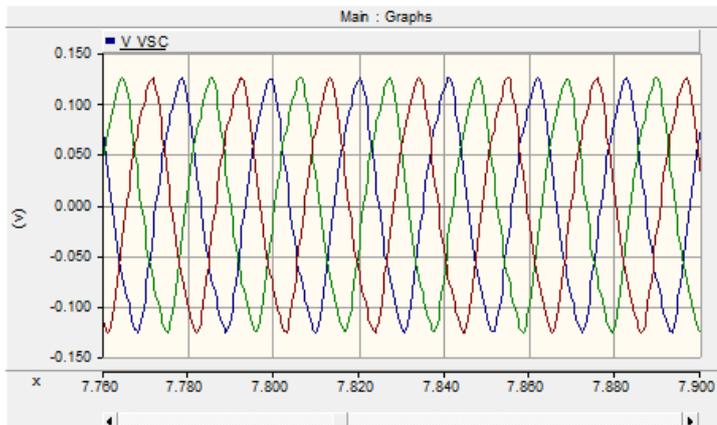
(a)



(b)

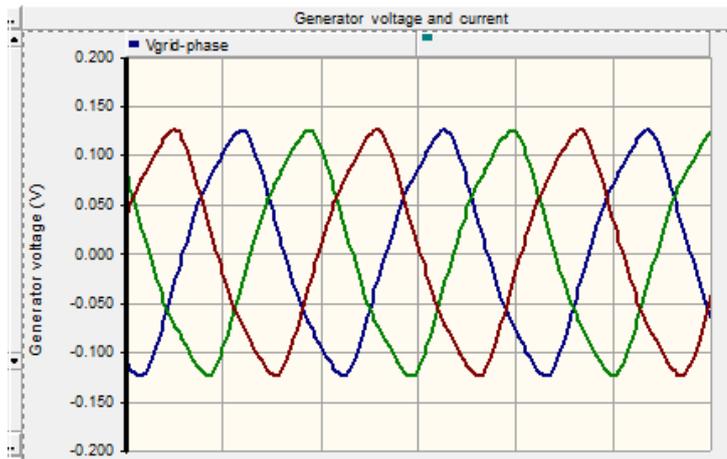
Gambar 8 .Tampilan tegangan keluaran pada inverter dan grid

Pada gambar 8(a) dapat dilihat tegangan output pada inverter menunjukkan nilai 380V dan pada gambar 9(b) tegangan output pada grid menunjukkan nilai sama yaitu 380V, sehingga inverter dapat terhubung dengan grid.



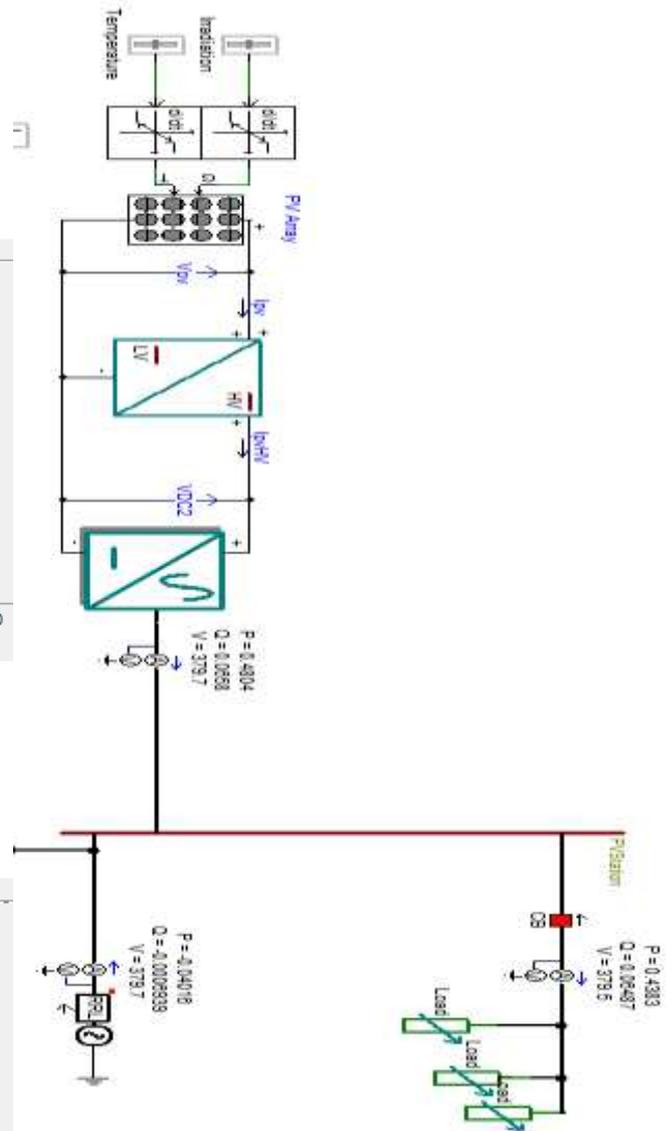
Gambar 9 .Tampilan gelombang Phase inverter

Pada gambar 9 dapat dilihat gelombang fase pada inverter sinus yang mana gelombang fase ini akan disamakan dengan gelombang gelombang fase pada grid agar dapat sinkron dan dapat terhubung.



Gambar 10 .Tampilan gelombang phase grid

Pada gambar 10 dapat dilihat gelombang fase grid sinus, dan pada gambar 9 gelombang fase sama seperti pada gambar 4.9 yang mana artinya fase antara inverter dan grid telah sama dan proses sinkronisasi telah berhasil dan inverter telah terhubung dengan grid.



Gambar 11 .Tampilan inverter terhubung dengan grid

Berdasarkan Gambar 11 dapat dilihat proses sinkronisasi antara inverter dan grid berhasil yang mana semua syarat sinkronisasi telah terpenuhi seperti ditampilkan pada gambar sebelumnya.

Pada gambar diatas juga dapat dilihat nilai tegangan inverter dan grid masih tetap sama walaupun ada sedikit penurunan tegangan, tetapi hal tersebut masih dalam batas toleransi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil simulasi, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil simulasi diatas makah dapat di tarik kesimpulan bahwa proses singkronisasi inverter yang bersumber dari PV dengan jaringan (Grid) akan

berhasil bila mana semua syarat untuk sinkronisasi telah terpenuhi

2. Proses sinkronisasi akan aman apabila nilai Frekuensi, tegangan dan fasa sama tanpa ada kenaikan yg nilai yang melebihi batas nominal.

REFERENSI

- [1] Abaraham Lomi dan Yusuf Ismail Nakoda.(2010) Impementasi Inverter Sumber Arus Tegangan (VSI) Modulasi Lebar Pulsa (PWM) untuk Kendali Motor Induksi, *Jurnal Elektro ETEK Vol 2, No 2*
- [2] Abdulrahman Kalbat. PSCAD Simulation of Grid-Tied Photovoltaic Systems and Total Harmonic Distortion Analysis Abdulrahman Kalbat. PSCAD Simulation of Grid-Tied Photovoltaic Systems and Total Harmonic Distortion Analysis
- [3] Athula Rajapakse. Simulation of Grid Connected Photovoltaic System. *Departemen of Electrical and Computer Engineering, University of Manitoba, Winnipeg, Canada*
- [4] Kow Ken Weng, Wong Yee Wan, Rajparthiban Kumar Rajkumar, Rajprasad Kumar Rajkumar.(2015) Power Quality Analysis for PV Grid Connected System Using PSCAD/EMTDC. *INTERNATIONAL JOURNAL of RENEWABLE ENERGY RESEARCH Kow Ken Weng et al., Vol.5, No.1*
- [5] Powered by monitoba hidro international ltd.211commerce drive winnipeg, monitoba R3P 1A3 Canada mhi.ca

BIODATA PENULIS



Krisna Wilantara lahir di Malang pada tanggal 18 Mei 1995. Putra dari pasangan yahya Nurcholis dan Narwati. Penulis merupakan anak pertama. Penulis menempuhi pendidikan pertama di SDN Wonoagung dari tahun 2001 hingga tahun 2007. Setelah tamat SD penulis melanjutkan ke SMP Negeri 2 Air Upas pada tahun 2008 dan tamat tahun 2011. Pada tahun yang sama, penulis diterima di

Madrasah Aliyah Darusalam Air Upas dan tamat pada tahun 2014. Di tahun yang sama, penulis terdaftar sebagai Mahasiswi Institut Teknologi Nasional Malang , program studi Teknik Elektro S-1, konsentrasi Energi Listrik.