Kontrol Sinkronisasi Tegangan Photo -Voltaic (PV) – Grid (PLN)

1st Dewangga Jales Saputra
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
dewanggajaless@telkomuniversity.ac.id

2nd Basuki Rahmat
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
basukir@telkomuniversity.ac.id

3rd Kharisma Bani Adam
Fakultas Teknik Elektro
Universitas Telkom
Bandung, Indonesia
kharismaadam@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak*— Interkoneksi antar sumber tanaga listrik memerlukan sinkronisasi tegangan antar sumber. Perubahan beban bisa saja mengakibatkan tegangan antar sumber berosiliasi sehingga masing-masing tegangan menjadi tidak sinkron, akibatnya terjadi rugi-rugi daya dalam sistem. Oleh karena itu guna menjaga stabilitas sistem, diperlukan monitor dan kontrol sinkronisasi tegangan dalam sistem interkoneksi antar sumber PV dengan sumber existing (PLN).**

Pada penelitian ini telah dibuat prototype pengontrol sinkronisasi tegangan PV inverter dengan grid PLN guna mensikronkan tegangan antara PV inveter dengan PLN yang berosilasi akibat perubahan beban. Dengan kondisi prototipe yang sudah dibuat, didapatkan hasil bahwa kontrol frekuensi tegangan antara grid dan PV telah sinkron.

***Kata kunci*— Kontrol, Sinkronisasi,PV,Grid**

I. PENDAHULUAN

Dalam sistem interkoneksi antar sumber tanaga listrik dari sistem sel surya dengan grid PLN sebagai sistem on grid, jika terjadi perubahan beban bisa jadi mengakibatkan tegangan tiap sumber berosiliasi, sehingga masing-masing tegangan antar sumber menjadi tidak sinkron. Kondisi ini bisa berakibat terjadi rugi-rugi daya dalam sistem. Rugi-rugi daya yang terjadi dapat menyebabkan adanya daya yang terbuang. Karena itu, diperlukan monitor dan kontrol sinkronisasi tegangan dalam sistem interkoneksi antar sumber PV dengan sumber existing (PLN).

Tenaga listrik yang dihasilkan dari sistem photovoltaik bisa disalurkan guna menjalankan berbagai jenis beban. Energi dari matahari dimanfaatkan melalui sistem fotovoltaik (PV), yang menggunakan array panel PV yang mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. PV Sistem ini cocok untuk aplikasi seperti pengisian baterai, beban lampu dan beban pompa air di daerah terpencil. Energi surya mengisi baterai (pasokan DC) yang selanjutnya terhubung ke inverter DC-AC yang akhirnya beroperasi Beban AC. Sistem ini dapat digunakan pada beban kecil maupun untuk penggunaan domestik untuk memenuhi permintaan konsumen tenaga listrik. Sistem ini bisa digunakan sebagai sumber cadangan untuk ketika beban pada pembangkit listrik meningkat. Untuk tujuan tersebut perlu sinkronisasi sistem ke Grid untuk mengatasi masalah daya rendah. Inverter berfungsi mengkonversi energi terbarukan yang disimpan di bank baterai (tergangan DC) ke tegangan sinusoidal murni dan melacak amplitudo tegangan grid, frekuensi dan tegangan. [1]

Berdasarkan penjelasan diatas, tujuan dalam pekerjaan penelitian Tugas Akhir ini adalah untuk membuat prototype Pengontrol Sinkonisasi Tegangan antara PV inverter dengan Grid (PLN) guna menjaga agar tegangan PV – Grid (PLN) selalu dalam kondisi sinkron. Interkoneksi sistem Photo-Voltaik (PV) dengan Grid membutuhkan kontrol sinkronisasi yang akurat antara inveter dengan grid. Parameter tegangan, tegangan dan frekuensi kedua sistem perlu disinkronisasi. Terdapat berbagai teknik yang dikembangkan guna mencapai kondisis sinkron, namun dalam pekerjaan ini, digunakan sistem yang sederhana dan dapat diandalkan, membutuhkan area sempit untuk instalasi dengan sirkuit yang kompak dan ringkas. Salah satu tujuan alat ini adalah untuk berbagi beban selama waktu beban puncak dalam system pembangkit listrik, serta kontrol sikronisasi sudut tegangan tegangan grid dalam sistem PV on grid dengan PLN. Parameter dari sistem referensi (Grid) dan sistem photovoltaic harus sama untuk sinkronisasi yang efisien.

II. KAJIAN TEORI

A. Grid

Grid atau jaringan listrik merupakan sistem aliran listrik yang terdiri dari penghantar dan perlengkapan listrik yang terhubung satu dengan lainnya. Biasanya tegangan listrik yang masuk ke rumah rumah sebesar 220 volt bersumber dari PLN. Di Indonesia standar listrik PLN memiliki spesifikasi 220V sama seperti kebanyakan negara di dunia kecuali Amerika dan Jepang yang memiliki voltase listrik 100 – 127 Volt.Indonesia menerapkan listrik bolak-balik dengan frekuensi 50Hz. [2]

B. Photovoltaik

Photovoltaik merupakan teknologi yang digunakan untuk mengubah sinar matahari menjadi energi listrik. Peralatan photovoltaik berbentuk kumpulan sel surya yang disusun secara seri atau paralel yang disatukan menjadi panel surya. Implementasi photo voltaik diwujudkan menggunakan panel surya untuk energi dengan mengubah sinar matahari menjadi listrik. Panel surya merupakan peralatan yang terdiri dari kumpulan sel surya. Susunan

pada panel surya dapat dirangkai secara seri maupun paralel. Pemilihan jenis rangkaian dapat disesuaikan dengan kebutuhan daya listrik yang akan digunakan. Panel suryamenghasilkan arus listrik searah, sehingga pemakai energi listrik harus mengubah terlebih dahulu menjadi arus bolak-balik dengan menggunakan konverter. Photovoltaik yang digunakan pada Solar sell juga memiliki kelebihan menjadi sumber energi yang praktis, mengingat tidak membutuhkan transmisi karena dapat dipasang di semua lokas. Photovoltaik yang digunakan pada solar cell memiliki keunggulan, karena hampir semua tempat di Indonesia cocok dipasang solar cell dibandingkan dengan teknologi terbarukan lainnya seperti turbin angin yang hanya cocok pada tempat tertentu. [3]

C. Inverter

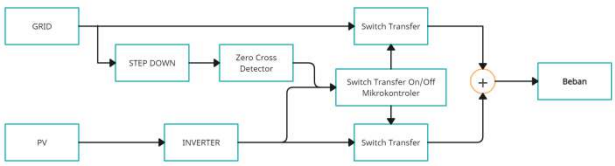
Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang memiliki fungsi untuk mengubah atau mengkonversi tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak balik (AC). Karena itulah rangkaian daya ini disebut juga inverter karena sesuai dengan fungsinya.Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang memiliki fungsi untuk mengubah atau mengkonversi tegangan searah (DC) menjadi tegangan bolak balik (AC). Karena itulah rangkaian daya ini disebut juga inverter karena sesuai dengan fungsinya. [4]

D. Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat diprogram.Dalam pengaplikasiannya, Pengendali Mikro yang dalam bahasa Inggris disebut dengan Microcontroller ini digunakan dalam produk ataupun perangkat yang dikendalikan secara otomatis seperti sistem kontrol mesin mobil, perangkat medis, pengendali jarak jauh, mesin, peralatan listrik, mainan dan perangkat-perangkat yang menggunakan sistem tertanam lainnya. Berikut ini adalah Diagram Blok dan Struktur Mikrokontroler beserta penjelasan singkat tentang bagian-bagian utamanya. [5]

III. METODE

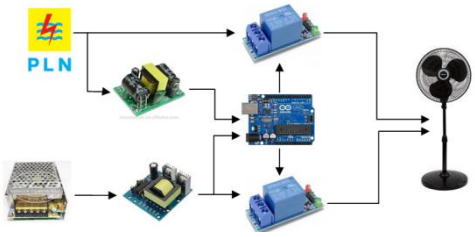
A. Diagram Blok Sistem



Sesuai dengan diagram blok yang telah dipaparkan, maka penjelasan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Untuk masukan pada sistem ada 2, yaitu PV dan Grid
2. Pada sumber PLN menggunakan trafo step-down untuk menurunkan tegangan dari 220v menjadi 12v untuk dibandingkan dengan sumber DC 12v
3. Lalu pada Inverter menggunakan trafo step-up untuk menaikkan tegangan dari 12v menjadi 220v
4. Input dari PV dan Grid 12v dimonitoring di mikrokontroler
5. Jika sinkron maka akan terjadi switching
6. Tegangan yang telah terjadi switching pada saat sinkron akan lansung dialirkan ke beban.

B. Desain Perangkat Keras

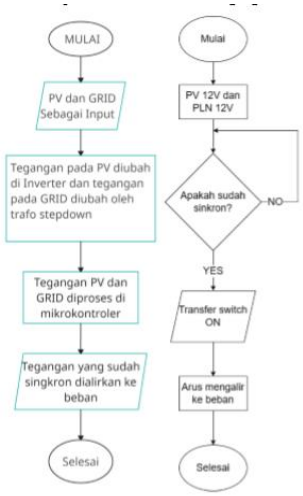


Desain perangkat keras dalam penelitian ini menggunakan mikrokontroler Arduino UNO sebagai perangkat yang melakukan kendali. Mikrokontroler akan menyalakan atau mematikan relay modul 5V sesuai dengan keadaan yang dibaca oleh Arduino UNO. Relay sebagai aktuator akan memutus atau meneruskan arus listrik sesuai perintah yang diberikan oleh mikrokontroler.

1. Arduino Uno

Arduino Uno adalah board mikrokontroler berbasis ATmega328 (datasheet). Memiliki 14 pin input dari output digital dimana 6 pin input tersebut dapat digunakan sebagai output PWM dan 6 pin input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack power, ICSP header, dan tombol reset. Untuk mendukung mikrokontroler agar dapat digunakan, cukup hanya menghubungkan Board Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB atau listrik dengan AC yang-ke adaptor-DC atau baterai untuk menjalankannya. [6]

C. Diagram Alir Sistem



Adapun langkah-langkah alir implementasi sinkronisasi tegangan PV dan PLN:

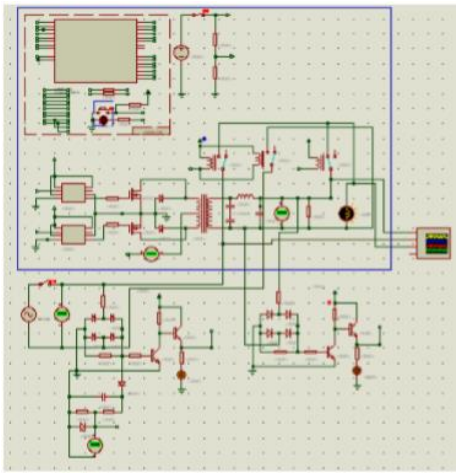
1. Untuk masukan pada sistem ada 2, yaitu PV dan Grid,

2. Tegangan PV diubah di inverter dan tegangan GRID diubah oleh trafo stepdown,
3. Lalu dibandingkan di mikrokontroler untuk melihat apakah tegangannya sudah sinkron atau belum,
4. Ketika sudah singkron maka siap dialirkan ke barang elektonik.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

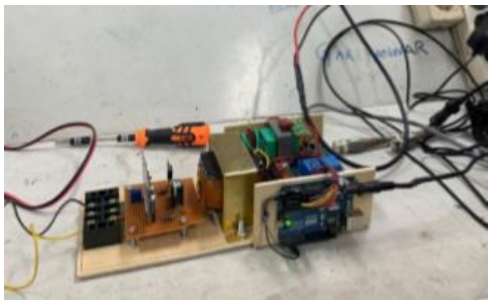
A. Implementasi Hardware

Sebelum mengimplementasikan Hardware kami membuat simulasi terlebih dahulu di proteus untuk mempermudah. Sketsa diagram sistem yang ditunjukkan pada gambar dibawah adalah rancangan alat yang akan kami buat untuk implementasi hardware.



Setelah semua alat, bahan, dan komponen yang dibutuhkan sudah tersedia, selanjutnya kami melakukan implementasi alat. Gambar dibawah merupakan alat yang telah kami buat. Setelahalat selesai dirakit kami melakukan perbandingan dengan menggunakan osiloskop. Dalam implementasi perangkat keras, fungsi inverter yaitu untuk mengubah DC menjadi AC. Kemudian transformator step-down digunakan untuk menurunkan tegangan tinggi dari grid. Filter low-pass RC digunakan untuk menghilangkan riak dan memperoleh gelombang sinus murni. Tegangan dan frekuensi kedua input dapat dipantau pada osiloskop.





B. Hasil Percobaan dan Analisis

Sistem ini dirancang untuk menyinkronkan sumber PLN dan PV. Percobaan dilakukan dengan membandingkan tegangan dan frekuensi yang dihasilkan oleh PV dan PLN menggunakan osiloskop. Alat yang sudah diimplementasi membutuhkan waktu sekitar 2 detik sebelum sinkron. Maka hasil yang didapatkan ada 2, yaitu saat sumber PV-PLN belum sinkron dan saat sumber PV-PLN sudah sinkron.

1. Saat Belum Sinkron



Pada pengujian ini kami menggunakan dua sumber tegangan input yaitu PV dan PLN. Gambar di atas menunjukkan frekuensi sistem PLN (kuning) dan PV (biru). Karena perangkat kami membutuhkan waktu sekitar 2 detik untuk sinkronisasi, kami dapat melihat dari data bahwa tegangan dan frekuensi yang dihasilkan masih tidak sinkron karena keluarannya berbeda. artinya ini kurang baik karena bisa menyebabkan rugi-rugi daya yang berakibat adanya daya yang terbuang.



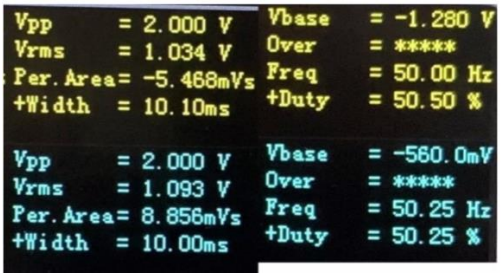
Data diatas adalah data dimana frekuensi belum sinkron di 2 detik awal, bisa terlihat pada gambar bahwa frekuensi yang dihasilkan terlalu jauh perbedaannya.

2. Saat Sudah Sinkron



Dalam pengujian ini, frekuensi yang dihasilkan sumber PLN adalah 50 Hz sedangkan sumber PV adalah 50,25 Hz.

Terlihat pula bahwa tegangan yang dihasilkan oleh sumber PLN adalah 2 V sedangkan tegangan yang dihasilkan oleh sumber PV adalah 2 V. Perbedaan antara nilai-nilai ini menunjukkan bahwa nilai yang dihasilkan sudah disinkronkan. Artinya tidak ada rugi-rugi daya yang menyebabkan adanya daya yang terbuang.



Karena tidak ada perubahan frekuensi dan tegangan pada saat sinkron, maka data yang diperoleh sesuai dengan gambar di atas.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian alat yang telah dilakukan maka didapatkan kesimpulan:

A. Kami berhasil mengurangi daya yang terbuang dengan cara switching pada saat sinkron. Sinkron disini dilihat dari tegangan dan frekuensi yang sudah sama nilainya.

B. Sistem yang kami buat sudah berrjalan sesuai rencana. Akan tetapi untuk waktu switching tidak bisa dipastikan karena menunggu grid dan PV singkron dahulu dan waktu singkronnya berbeda-beda tergantung gelombang frekuensin dan periode setiap gelombangnya.

REFERENSI

[1] M. W. Khan, “Synchronization of Photo-voltaic system with a Grid,” IOSR J. Electr. Electron. Eng., vol. 7, no. 4, pp. 01–05, 2013, doi: 10.9790/1676-0740105.

[2] G. Online, “Jaringan Listrik,” 2019. https://glosarium.org/arti-jaringanlistrik/ (accessed Jun. 06, 2022).

[3] R. Kita, “Pembangkit Listrik Tenaga Surya – Pengertian, Cara Kerja, Komponen & Pengembangan,” 2020. https://rimbakita.com/pembangkitlistrik-tenaga-surya/ (accessed Jun. 12, 2023).

[4] S. Berkat, “Inverter,” 2014. https://www.sinarberkat.co.id/mengenaltentang-inverter-pengertian-fungsi-cara-kerja-danjenisnya/#:~:text=Inverter adalah rangkaian elektronika daya yang memiliki fungsi,ini disebut juga inverter karena sesuai dengan fungsinya. (accessed Jun. 06, 2022).

[5] T. Elektronika, “Mikrokontroler,” 2020. https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontrollerstruktur-mikrokontroler/ (accessed Jun. 06, 2022).

[6] Caratekno, “Pengertian Arduino UNO Mikrokontroler ATmega328,” 2015. https://www.caratekno.com/pengertian-arduino-unomikrokontroler/ (accessed May 08, 2023).