

## INTISARI

Pada sistem pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) terhubung ke *grid*, metode pengiriman daya maksimal dilakukan dengan memanfaatkan *inverter* sebagai pengirim daya. *Inverter* yang terhubung dengan *grid* perlu memiliki standar kualitas daya tertentu. Agar dapat memenuhi standar *IEEE Std. 1547, 2003* dan *IEC 61727, 2002*, diperlukan frekuensi pensaklaran yang tinggi sehingga ukuran tapis dapat ditekan dan biaya produksi dapat dikurangi. Namun, solusi ini mengakibatkan meningkatnya rugi-rugi pensaklaran dan kurang sesuai untuk *inverter* daya tinggi. solusinya adalah menggunakan *inverter 5-tingkat*. Masalah utama dari *inverter* ini adalah keseimbangan tegangan di kapasitor *bulk*.

Dalam disertasi ini dilakukan penelitian untuk menyelesaikan masalah ketidakseimbangan tegangan pada kapasitor *bulk* di *inverter 5-tingkat*. Terkait dengan *inverter 5-tingkat*, kesetimbangan di kapasitor *bulk* diselesaikan dengan teknik kendali berbasis modulasi lebar pulsa sinusoidal (MLPS) dengan menggunakan sinyal pembawa tergeser. Tahap selanjutnya dilakukan penelitian pengiriman daya maksimal dari modul surya ke *grid* menggunakan dua dan satu tahap konversi. Pengiriman daya maksimal dua tahap konversi terdiri dari *buck-boost converter* dan *inverter 5-tingkat*. Metode ini lebih mudah karena sistem dikendalikan secara terpisah, *buck-boost converter* untuk *maximum power point tracker* (MPPT) dan *inverter 5-tingkat* untuk mengirim daya ke *grid*. Pengiriman daya maksimal satu tahap konversi terdiri dari *inverter 5-tingkat*. Metode ini lebih sulit karena *inverter 5-tingkat* digunakan untuk MPPT dan mengirim daya ke *grid* melalui injeksi arus.

Dari analisis yang telah dilakukan, dilanjutkan tahap verifikasi melalui simulasi dan pengujian di laboratorium, terkait teknik kendali *inverter 5-tingkat* berbasis MLPS menggunakan sinyal pembawa tergeser, teknik ini terbukti dapat membuat tegangan di kapasitor *bulk* setimbang secara otomatis. Hasil simulasi metode pengiriman daya maksimal satu (beban resistif) dan dua tahap konversi (beban resistif dan induktif) memenuhi standar *IEEE Std. 1547, 2003* dan *IEC 61727, 2002*, dalam hal faktor daya, THD dan kandungan harmonik arus. Verifikasi lebih lanjut dilakukan dengan pengujian purwarupa di laboratorium. Metode pengiriman dayanya menggunakan *inverter 5-tingkat* secara langsung sebagai metode pendekatan pengiriman daya dua tahap konversi, hasilnya dapat beroperasi dengan baik tetapi tidak memenuhi standar *IEEE Std. 1547, 2003* dan *IEC 61727, 2002*, untuk THD dan kandungan harmonik arusnya. Hasil berbeda terjadi, metode pengiriman daya menggunakan *inverter 5-tingkat* sumber arus terkendali dapat beroperasi dengan baik dan memenuhi standar *IEEE Std. 1547, 2003* dan *IEC 61727, 2002* dalam hal terkait faktor daya, THD dan kandungan harmonik arus, Metode ini merupakan pendekatan yang dipakai untuk pengiriman daya maksimal menggunakan satu tahap konversi. Metode pengiriman daya maksimal yang menggunakan satu tahap konversi memiliki struktur lebih sederhana dan memiliki hasil yang lebih baik.

Kata kunci : PLTS, *Inverter 5-tingkat*, MPPT, Dua tahap konversi, Satu tahap konversi.

## ABSTRACT

In PV-grid system, the maximum power delivery method was performed by using an inverter acting as power delivery. The inverter that was connected to the grid needed to have a certain power quality as mentioned by standards. In order to fulfill IEEE Std. 1547, 2003 and IEC 61727, 2002, the high switching frequency of the inverter was required to minimize both the size of the filter and the production cost. However, this solution caused some switching losses increased and became less suitable for high power inverters. The solution was a five-level inverter. However, an unbalanced voltage in the bulk capacitor became the common problem.

This dissertation presents the research to solve problems of unbalance voltage on a bulk capacitor having a five-level inverter. Related to the five-level inverter, the equilibrium voltage on the bulk capacitor was performed by sinusoidal pulse width modulation (SPWM) with the phase-shifted carrier signal technique. The advanced research was carried out for the problem of the maximum power delivery to the grid using two and single-stage conversion. The maximum power delivery method was performed by using a buck - boost converter and five-level, known as the two-stage conversion. This method was more convenient because the system was controlled separately, the buck-boost converter for maximum power point tracker (MPPT) and a five-level inverter to deliver the power to the grid. The maximum power delivery method was produced by using a five-level, known as the single-stage conversion. This method was more difficult because the five-level inverter was used for MPPT and delivered the power to the grid through current injection.

The delivering analysis was done and verified through a simulation and testing the prototypes in the laboratory, related to technical control of five-level inverter using the SPWM-based phase-shifted carrier signal, this technique was proven to make the bulk capacitor voltage at equilibrium automatically. The simulation of the maximum power delivery method using two (resistive load) and single-stage conversion (resistive and inductive load) approached the standards IEEE Std. 1547, 2003 and IEC 61727, 2002, in power factor, THD and current harmonic contents. Further verification was done by testing the prototypes in the laboratory, related to the maximum power delivery method using a five-level inverter directly as a method of the equivalent method for delivering the power of the two-stage conversion, the results could run well and has not approached any standards IEEE Std. 1547, 2003 and IEC 61727, 2002, in THD and current harmonic contents. A number of different conditions occurred, the maximum power delivery using a five-level inverter controlled current source could run well and approached the standards IEEE Std. 1547, 2003 and IEC 61727, 2002, in power factor, THD and current harmonic contents. This method was an approach for delivery of maximum power using single-stage conversion. The maximum power delivery methods using a single-stage conversion was a simpler structure and better performance.

**Keywords:** Photovoltaic, five-level inverter, MPPT, Two-stage conversion, Single-stage conversion.