

ABSTRAK

RANCANG BANGUN PV EMULATOR BERBASIS *SYNCHRONOUS BUCK CONVERTER* MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER

Oleh

ALFIN FITROHUL HUDA

Energi surya merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang banyak dimanfaatkan. Pemanfaatannya menggunakan panel surya atau Photovoltaic (PV) yang mengubah energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Penelitian terkait teknologi pembangkit listrik tenaga surya seperti *maximum power point tracking* (MPPT) dan inverter, terus berkembang. Namun, pengujian teknologi tersebut menghadapi tantangan karena daya keluaran panel surya selalu berubah sesuai parameter lingkungan, seperti iradiasi dan suhu. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada pengembangan PV emulator, alat yang dapat meniru karakteristik daya keluaran PV yang dapat diatur. PV emulator merupakan perangkat catu daya yang dapat menghasilkan karakteristik arus-tegangan (I-V) yang menyerupai modul PV. PV Emulator yang dibuat berbasis *synchronous buck converter*, dengan karakteristik I-V dari modul PV referensi dimodelkan menggunakan metode *look-up table* (LUT) yang diprogram pada mikrokontroler Arduino Nano. Tegangan keluaran *synchronous buck converter* menjadi masukan umpan balik bagi LUT dan menghasilkan arus referensi yang kemudian dibandingkan dengan arus keluaran aktual *synchronous buck converter*, Nilai *error* dari perbandingan ini diproses oleh *PID controller*. Hasil pengujian menunjukkan bahwa PV emulator ini memiliki performa yang baik dalam meniru karakteristik daya keluaran modul PV referensi, dengan rata-rata kesalahan pengujian yang rendah, yaitu 2,3% untuk V_{mp} , 0,98% untuk I_{mp} , dan 1,38% untuk P_{mp} pada kondisi pengujian STC (1000 W/m², 25°C). Selain itu, rangkaian PV emulator yang dibuat memiliki efisiensi rata-rata sebesar 86,2%.

Kata kunci: *Photovoltaic* (PV), PV emulator, *synchronous buck converter*, *look-up table* (LUT), Arduino Nano

ABSTRACT

DESIGN AND IMPLEMENTATION OF PV EMULATOR BASED ON SYNCHRONOUS BUCK CONVERTER USING MICROCONTROLLER

By

ALFIN FITROHUL HUDA

Solar energy is one of the most widely utilized renewable energy sources. It is harnessed using solar panels or Photovoltaic (PV) systems that convert solar radiation into electrical energy. Research related to solar power technologies, such as maximum power point tracking (MPPT) and inverters, continues to advance. However, testing these technologies faces challenges, as the output power of solar panels constantly fluctuates according to environmental parameters, such as irradiation and temperature. Therefore, this study focuses on developing a PV emulator, a device that can replicate adjustable PV output characteristics. The PV emulator is a power supply device capable of producing current-voltage (I-V) characteristics similar to those of actual PV modules. The developed PV emulator is based on a synchronous buck converter, with the I-V characteristics of the reference PV module modeled using a look-up table (LUT) programmed into an Arduino Nano microcontroller. The output voltage of the synchronous buck converter serves as feedback to the LUT, generating a reference current that is then compared to the actual output current of the synchronous buck converter. The error value from this comparison is processed by a PID controller. Test results show that this PV emulator performs well in replicating the output characteristics of the reference PV module, with low average testing errors of 2.3% for V_{mp} , 0.98% for I_{mp} , and 1.38% for P_{mp} under STC conditions (1000 W/m^2 , 25°C). Additionally, the developed PV emulator circuit achieves an average efficiency of 86.2%.

Keywords: Photovoltaic (PV), PV emulator, *synchronous buck converter*, *look-up table* (LUT), Arduino Nano