

INTISARI

Peran Kandungan Oksigen dalam Lapisan Penghantar *Hole Graphene Oxide* pada Sifat Fotovoltaik Sel Surya Perovskite Berbasis CsSnBr₃ Bebas Timbal: Studi Simulasi Menggunakan SCAPS-1D

Oleh

Mawaddah Waraadiyah

23/525933/PPA/06627

Telah dilakukan simulasi menggunakan perangkat lunak SCAPS-1D (*Solar Cell Capacitance Simulator One-Dimension*) untuk mengevaluasi pengaruh berbagai parameter terhadap kinerja sel surya, termasuk ketebalan absorber, cacat massa jenis, cacat antarmuka, variasi suhu operasi, dan konsentrasi oksigen pada *Graphene Oxide* (GO) yang berfungsi sebagai lapisan pengangkut lubang (HTL) dalam sistem sel surya Perovskite (PSC). Sel surya perovskite (PSC) telah menarik perhatian besar dalam pengembangan energi terbarukan karena efisiensinya yang tinggi dan biaya produksinya yang rendah. Namun, mayoritas PSC masih menggunakan timbal (Pb) yang beracun. Struktur sel surya yang digunakan adalah FTO / TiO₂ / CsSnBr₃ / GO / Au. Simulasi awal menunjukkan PCE (*Power Conversion Efficiency*) sebesar 13,36%, V_{OC} (*Voltage Open Circuit*) sebesar 1,0446 Volt, J_{SC} (arus hubung singkat) sebesar 15,42 mA.cm⁻², dan FF (*Fill Factor*) sebesar 82,94%. Variasi ketebalan penyerap menunjukkan bahwa 500 nm adalah nilai optimal, dengan peningkatan PCE hingga 17,81%. Kepadatan cacat yang tinggi (>10¹⁷ cm⁻³) menyebabkan penurunan efisiensi yang drastis, sementara pada nilai rendah kinerja tetap stabil. Simulasi pada suhu menunjukkan bahwa peningkatan suhu dari 300 K menjadi 500 K menurunkan efisiensi dari 16,89% menjadi 14,56%, menunjukkan sensitivitas termal perangkat. Selain itu, peningkatan kandungan oksigen di GO (hingga 50%) menghasilkan pembentukan cacat tambahan dan membawa efisiensi hingga 17,45%. Penelitian ini menunjukkan bahwa struktur CsSnBr₃ dengan GO sebagai HTL memiliki potensi besar sebagai sel surya perovskite bebas timbal yang efisien dan ramah lingkungan.

Kata Kunci: CsSnBr₃, *graphene oxide*, hole transport layer, sel surya perovskite, material bebas timbal, SCAPS-1D

ABSTRACT

The Role of Oxygen Content in Graphene Oxide Hole Transporting Layer on The Photovoltaic Properties of Lead-Free CsSnBr₃-Based Perovskite Solar Cells : A Simulation Study Using SCAPS-1D

By

Mawaddah Waraadiyah

23/525933/PPA/06627

Simulations have been carried out using SCAPS-1D (Solar Cell Capacitance Simulator One-Dimension) software to evaluate the influence of various parameters on solar cell performance, including absorber thickness, density defects, interface defects, operating temperature variations, and oxygen concentrations in Graphene Oxide (GO) which functions as a hole transport layer (HTL) in the Perovskite solar cells (PSC) system. Perovskite solar cells (PSCs) have attracted great attention in the development of renewable energy due to their high efficiency and low production costs. However, the majority of PSCs still use lead (Pb) which is toxic. The solar cell structure used is FTO/TiO₂/CsSnBr₃/GO/Au. The initial simulation showed PCE (Power Conversion Efficiency) of 13.36%, V_{OC} (Voltage Open Circuit) of 1.0446 Volt, J_{sc} (short-circuit current) of 15.42 mA.cm⁻², and FF (Fill Factor) of 82.94%. The variation in absorber thickness showed that 500 nm was the optimal value, with an increase in PCE of up to 17.81%. High defect density ($>10^{17}$ cm⁻³) leads to a drastic decrease in efficiency, while at low values performance remains stable. The temperature simulation showed that increasing the temperature from 300 K to 500 K lowered the efficiency from 16.89% to 14.56%, indicating the thermal sensitivity of the device. In addition, the increase in oxygen content in the GO (up to 50%) yield to the formation of additional defects and bring the efficiency up to 17.45%. This work show that the CsSnBr₃ structure with GO as HTL has great potential as an efficient and environmentally friendly lead-free perovskite solar cell.

Keywords: CsSnBr₃, graphene oxide, hole transport layer, perovskite solar cell, lead-free material, SCAPS-1D