

# Analisis Pengaruh Pemberian Multiwalled Carbon Nanotubes dan Insulator Terhadap Efisiensi Sel Surya Perovskite Berbasis ZnO Nanorod yang Difabrikasi dengan Menggunakan Metode Waterbath = Analysis of the Effects of Applying the Multiwalled Carbon Nanotubes and Insulator Toward the Efficiency of the ZnO based Perovskite Solar Cell which was Fabricated with Waterbath Method

Albertus Bramantyo Hartanto, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20491793&lokasi=lokal>

---

## Abstrak

Perovskite solar cell (PSC) adalah tipe sel surya yang memanfaatkan material perovskite sebagai pembangkit electron dan hole ketika sinar datang masuk ke dalam PSC. Selama ini, pengembangan divais PSC umumnya menggunakan material  $\text{TiO}_2$  sebagai electron transport material (ETM) karena kemampuan  $\text{TiO}_2$  untuk menghasilkan efisiensi PSC yang tinggi. Akan tetapi, material  $\text{TiO}_2$  memiliki keterbatasan berupa pemrosesan pada suhu tinggi yang dapat mencapai  $500\text{ }^\circ\text{C}$ , sehingga membatasi jenis substrat yang dapat digunakan.

Oleh karena itu, pada penelitian ini, digunakan ZnO nanorod (NR) sebagai ETM. Keunggulan material ZnO adalah mobilitas electron yang lebih tinggi dari  $\text{TiO}_2$  serta energy bandgap ZnO yang hampir serupa dengan  $\text{TiO}_2$ , sehingga short-circuit current density ( $J_{\text{SC}}$ ) yang terbangkitkan bernilai tinggi.

Fabrikasi ZnO NR dilakukan dengan 2-steps method, yaitu pendeposisian seed layer dan diikuti dengan penumbuhan ZnO NR dengan teknik waterbath. ZnO NR ditumbuhkan dengan dua sumber zinc yang berbeda, zinc acetate (ZA) dan zinc nitrate (ZN), dengan waktu penumbuhan ( $t$ ) yang divariasikan pada waktu 0, 15, 60, 90, dan 120 menit. ZnO NR dengan ketebalan yang berbeda-beda berhasil didapatkan dengan ketebalan terkecil pada  $0,1\text{ }\mu\text{m}$  dan ketebalan terpanjang pada  $2\text{ }\mu\text{m}$ . Fabrikasi perovskite dilakukan dengan teknik 1-step spin coating yang mencampurkan bahan lead iodide ( $\text{PbI}_2$ ) dan methylammonium iodide (MAI) pada satu larutan. Beberapa langkah pengoptimisasian diambil untuk memastikan lapisan perovskite yang terbentuk menutupi seluruh permukaan ZnO NR. Multiwalled carbon nanotube (MWCNT) dikenakan di atas lapisan perovskite dengan metode doctor blading sebagai hole transport material (HTM). Lapisan plastik yang diletakkan di atas perovskite digunakan sebagai insulator dan masking untuk mengisolasi perovskite dari pengaruh uap air. Untuk menganalisa efek ketebalan dan ukuran crystallite dari ZnO, dua sumber ZA dan ZN digunakan untuk fabrikasi divais PSC.

Dari hasil fabrikasi, didapatkan bahwa PSC dengan HTM berupa MWCNT dan pemberian lapisan plastik sebagai insulator memberikan  $J_{\text{SC}}$  dan efisiensi yang lebih tinggi pada nilai  $5,3409\text{ mA/cm}^2$  dan  $0,3322\%$ . MWCNT berfungsi sebagai lapisan pelindung untuk perovskite serta mempercepat transfer hole sebagai akibat dari konduktivitas MWCNT yang tinggi. Nilai  $J_{\text{SC}}$  tertinggi sebesar  $6,18\text{ mA/cm}^2$  didapatkan pada PSC dengan ketebalan

ZnO NR sekitar 100 nm dan ukuran *crystallite* sebesar 19,29 nm. Kurva yang menggambarkan  $J_{SC}$  dan efisiensi sebagai fungsi dari ketebalan ZnO NR memberikan bentuk yang hampir linear dan berbanding terbalik. Bentuk dan karakteristik yang linear juga diberikan pada kurva  $J_{SC}$  dan efisiensi sebagai fungsi dari ukuran *crystallite* tetapi jika setiap kurva dibedakan menurut asal sumber ZA atau ZN. Dengan demikian, ketebalan dan *crystallite size* dari ZnO NR adalah berbanding terbalik terhadap  $J_{SC}$  dan efisiensi PSC.

.....Perovskite solar cell (PSC) is a type of solar cell that utilizes perovskite material as electron and hole generator when incident light come into contact with the PSC. Until recently, the development of the PSC devices usually employs the use of  $TiO_2$  material as electron transport material (ETM) because of the  $TiO_2$  material's ability to deliver high PSC outputs. However,  $TiO_2$  material faces limitation due to its need to be processed at high temperature that could reach to 500 °C which limits the type of the substrate that can be applied.

In this research, the use of alternative ETM through ZnO nanorod (NR) material was analyzed to replace  $TiO_2$  material. The advantage of ZnO material is higher electron mobility than  $TiO_2$  material while having similar energy bandgap so that the generated short-circuit current density ( $J_{SC}$ ) would be higher. The fabrication of ZnO NR was done with 2-steps method of seed layer's deposition and followed with the growth of ZnO NR with waterbath technique. ZnO NR were grown with two different zinc sources, zinc acetate (ZA) and zinc nitrate (ZN), with various growth time (*t*) at 0, 15, 60, 90, and 120 minutes. ZnO NR with different thickness were obtained with the smallest thickness at 0.1  $\mu m$  and the largest thickness at 2  $\mu m$ .

The fabrication of perovskite was done with 1-step spin coating technique which mixed lead iodide ( $PbI_2$ ) and methylammonium iodide (MAI) ingredients into one solvent. Several optimization steps were taken to ensure the formed perovskite layer covered the whole surface of the ZnO NR.

Multiwalled carbon nanotube (MWCNT) was applied in top of the perovskite layer with doctor blading method as the hole transport material (HTM). A plastic was put above the perovskite as the insulator and masking to isolate the perovskite from the influence of water vapor. In order to analyze the effects of the thickness and crystallite size of the ZnO, two sources of ZA and ZN were utilized to fabricate the PSC devices.

From the results of the fabrication, it was obtained that PSC with MWCNT as the HTM and application of the plastic layer as the insulator would give higher  $J_{SC}$  and efficiency at 5.3409  $mA/cm^2$  and 0.3322 %. MWCNT functioned as a protective layer for the perovskite and fastened the hole transfer because of its high conductivity. The highest  $J_{SC}$  was obtained at 6.18  $mA/cm^2$  for PSC with ZnO NR's thickness at around 100 nm and crystallite size at 19.29 nm. A curve that depicted  $J_{SC}$  and efficiency as functions of ZnO NR's thickness gave an almost linear shape and inversely proportional. Similar shapes and characteristics were given at the curves of  $J_{SC}$  and efficiency as functions of crystallite size as long as the curves were classified based from ZA or ZN sources. It can be concluded that the thickness and crystallite size of the ZnO NR were inversely proportional to the  $J_{SC}$  and efficiency of the PSC.