

PENINGKATAN KINERJA SOLAR CELL CNT-ZNO NANO MATERIAL (DYE-SENSITIZED SOLAR CELL) DENGAN AUTO SCANNING POSISI MATAHARI 3 DIMENSI

Andri Wibowo¹⁾, Glar Donia Deni²⁾, Kasto Wijoyo Teguh Guntoro³⁾, Jatmiko Endro Suseno⁴⁾

¹⁾Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

²⁾Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro

^{3,4)}Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
andriwibowo92@yahoo.com

Abstract

This study proposed a tool that can set the direction of the solar cells that will always follow a shift of the light source and always facing perpendicular to the sun using solar system auto scanning. Commercial DSSC was proposed using a synthetic dye that is kind of a ruthenium complex dye has reached 10% efficiency, but the availability and the price is expensive does not allow for the development of this research so that the research will be used ZnO with Dye N3 a more easily available and cheaper. To optimize the performance of the solar cell, material will be added CNT nano-materials on silicon. Prototype of dye-sensitized solar cell (DSSC) was made using materials ZnO and CNTs that can increase the power by 5.18%. Auto scanning was able to move in 3 dimensions to follow the direction of motion of the sun through the increase reached 7.5%. Electric control system was set up by detecting the maximum light intensity and adjusting the position of the direction of the solar cell, solar lighting by using microcontroller ATMEGA 32, light sensor and motor driver. This technology had been able to improve 14.73%.

Keywords: DSSC, nano materials, microcontroller

1. PENDAHULUAN

Sebagai negara tropis, limbah cahaya matahari di Indonesia sangat melimpah dengan potensi energinya yaitu sekitar 4,8 kWh/m²/hari. Namun berdasarkan data dari Departemen Energi dan Sumber Daya Mineral Indonesia, tahun 2005 yang dimanfaatkan baru 8 MW. Nilai ini masih sangat kecil bila dibandingkan potensi tersebut. Disamping itu upaya dalam pemanfaatan cahaya matahari menjadi energi listrik dilakukan dengan sel surya. Sel surya yang telah ada saat ini menggunakan *dye-sensitized solar cell* (DSSC) yang merupakan sel surya dengan material berwarna yang didukung dengan material yang dapat menghasilkan arus listrik.

Salah satu material yang dapat digunakan sebagai warna salah satunya yaitu CNT. CNT merupakan material karbon berbentuk tabung yang berukuran nanometer. CNT memiliki konduktifitas elektrik yang sangat besar sehingga lebih mudah dalam menghantarkan arus listrik. Selain itu material yang menghasilkan arus listrik salah satunya yaitu

ZnO. ZnO yang berukuran nanometer dapat digunakan dalam berbagai aplikasi salah satunya yaitu dapat dijadikan fotovoltaik. ZnO bekerja pada sinar tampak karena memiliki band gap yang lebar, dimana ketika cahaya tampak mengenai ZnO maka akan terjadi pelepasan elektron sehingga akan dihasilkan arus listrik. Selain itu harga ZnO yang ekonomis serta mudah dalam pembuatannya.

Namun DSSC atau sel surya yang telah ada saat ini hanya menghadap satu arah dan ketika matahari terjadi pergeseran maka daya yang dihasilkan oleh DSSC atau sel surya tidak maksimum. Oleh karena itu, DSSC harus mengikuti arah datangnya sinar matahari untuk memperoleh hasil yang maksimal. Salah satu cara yang digunakan yaitu dengan menggunakan alat auto scanning dengan sensor cahaya sehingga sel surya dapat mengikuti arah datangnya sinar matahari dan dapat menghasilkan daya yang maksimal.

Diharapkan dengan adanya DSSC nano material CNT-ZnO dengan auto scanning 3D

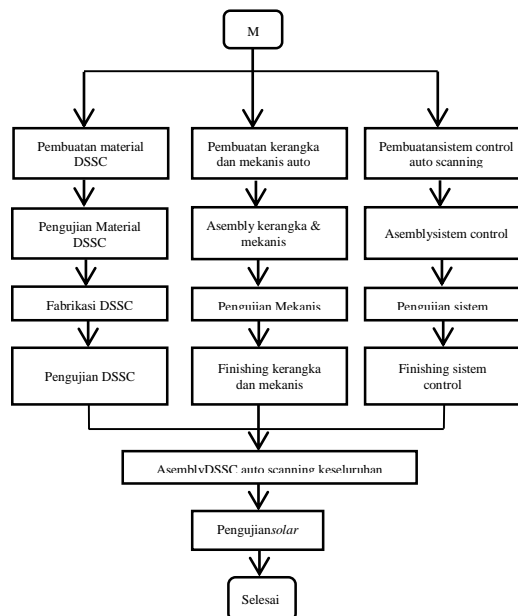
dapat menghasilkan keluaran tegangan dari sel surya itu maksimal. Untuk memaksimalkan energi matahari pada DSSC tersebut, sistem ini didukung piranti elektronik yang cerdas dan hemat energi serta sensor dan *tranduser* yang akurat. Dengan demikian enegi matahari akan dimanfaatkan DSSC secara maksimum.

Tujuan dari kegiatan uini adalah untuk:

1. mendesain dan fabrikasi prototip *dye-sensitized solar cell* (DSSC) dengan menggunakan material-material yang bisa diperoleh dari limbah-limbah di Indonesia.
2. membuat kerangka dan mekanis *auto scanning* yang mampu bergerak secara 3 dimensi mengikuti arah gerak matahari.
3. membuat sistem kontrol elektrik dengan mendeteksi intensitas cahaya matahari maksimal dengan mengatur posisi *solar cell* sesuai arah pencahayaan matahari.

2. METODE

Metode yang dilakukan pada pembuatan karsa ini dibagi menjadi 3 tahap yang dapat dikerjakan secara bersamaan seperti pada *flowchart* di bawah ini.

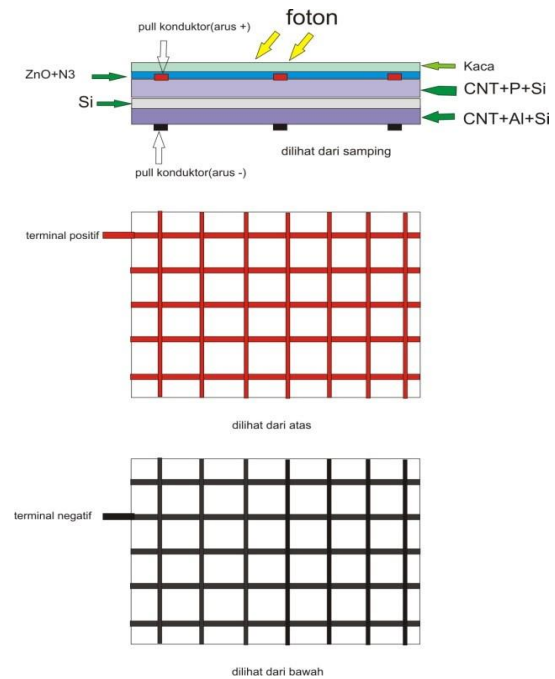


Gambar 1. Flowchart Metode Pelaksanaan

Pembuatan Material DSSC

Serbuk ZnO pasaran 50g dilarutkan pada HCl 37% sebanyak 100ml. Mengambil 20 ml larutan pada gelas beker dan ditambahkan dengan etanol 98% dan ditambahkan dengan

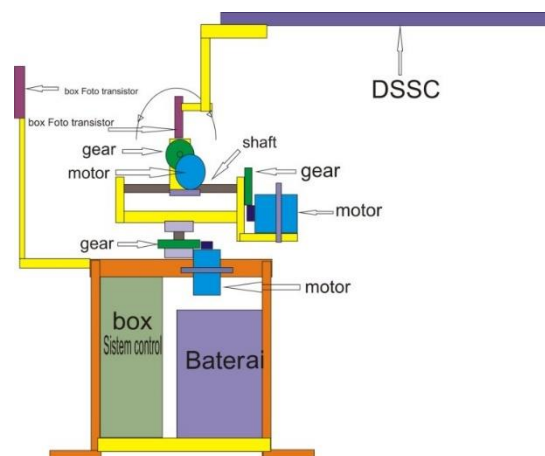
MEA dan CNT serta dilakukan pemanasan pada suhu 70oC selama 1 jam. Larutan kemudian didinginkan dan disemprotkan pada substrat kaca. Kaca yang telah dilapisi kemudian dilakukan pemanasan pada suhu 300oC dan 500oC. Kemudian lakukan pelapisan yang sama sebanyak enam kali pengulangan.



Gambar 2. Desain DSSC

Pembuatan Kerangka dan Mekanis *Auto Scanning*

Dalam pembuatan kerangka *auto scanning* dimulai dengan mendesain kerangka seperti tampak pada gambar 3.



Gambar 3. Desain *Autoscaning*

Selanjutnya dilakukan pemotongan bahan material kerangka dari stainless steel dan merangkainya seperti desain yang telah dibuat. Kerangka *auto scanning* selanjutnya dilakukan pemasangan motor yang digunakan untuk menggerakkan sel surya.

Pembuatan Kontrol Auto Scanning

Pembuatan *auto scanning* diawali dengan pembuatan desain rangkaian. Rangkaian yang telah di desain kemudian dilakukan penyablonan pada papan PCB. Kemudian dilakukan pelarutan pada papan PCB untuk menghilangkan cetakan. Papan PCB yang telah sesuai cetakan kemudian dilakukan pengeboran untuk memasang komponen dari alat kontrol. Alat kontrol yang telah jadi kemudian dilakukan pengujian terhadap sistem programnya dan dilakukan kalibrasi alat. Selanjutnya dilakukan perakitan DSSC dan kontrol auto scanning pada kerangka mekanik.

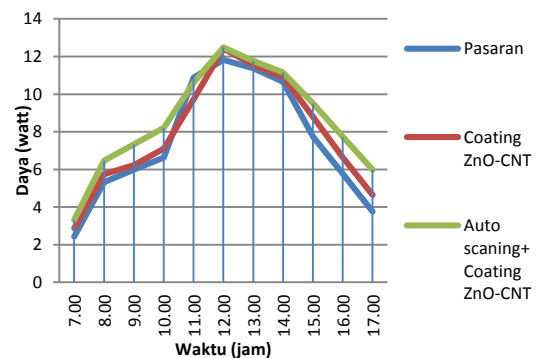
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan Material DSSC

Pada pembuatan material DSSC menggunakan ZnO yang berukuran mikrometer yang dilarutkan di dalam HCl berfungsi untuk mengubah ZnO menjadi ZnCl₂ dimana ZnCl₂ berwujud cairan. ZnCl₂ hasil dari sintesis kemudian ditambahkan dengan etano yang fungsinya untuk menggubah atom Cl pada ZnCl₂ menjadi atom OH yang terdapat pada etanol sehingga akan dihasilkan Zn(OH)₂. Pemanasan yang dilakukan untuk mempercepat reaksi penggantian atom sehingga waktu reaksi dapat berjalan lebih cepat. Kemudian penambahan MEA dan CNT berfungsi sebagai *doping* pada Zn(OH)₂ karena dapat menurunkan band gap dari ZnO nantinya. Pemanasan cairan yang disemprotkan pada kaca dilakukan secara bertahap berfungsi untuk membentuk kisi kristal dari ZnO. Pemanasan pada suhu 300oC berfungsi untuk menghilangkan pengotor yang terdapat pada Zn(OH)₂ seperti air dan kloro etana serta untuk menjadikan ZnO berbentuk amorf. Selanjutnya pada pemanasan pada suhu 500oC berfungsi untuk menjadikan ZnO berbentuk kristalin sehingga dapat menghasilkan arus listrik jika terpapar cahaya tampak.

Pembuatan Kerangka dan Kontrol *Auto Scanning*

Pada pembuatan kerangka digunakan stainless steel berfungsi agar kerangka tidak mudah berkarat dan kuat dalam menopang sel surya serta alat mekanis. Dari hasil yang diperoleh dari pengukuran maka didapatkan hasil seperti Gambar 4.



Gambar 4. grafik hasil pengujian

Berdasarkan grafik diatas dari pengukuran antar jam 7 pagi sampai jam 5 sore terlihat bahwa daya terbesar pada DSSC yang dicoating dengan ZnO-CNT dan menggunakan auto scanning yang terjadi pada setiap jamnya. Pada sel surya yang tidak dilapisi material CNT-ZnO memiliki daya yang paling rendah. Hal ini karena ZnO merupakan material konduktor yang dapat menghasilkan arus listrik apabila terkena sinar tampak akibatnya elektron dari ZnO berpindah. Elektron yang pindah kemudian mengalir ke CNT yang merupakan material konduktor sehingga arus listrik lebih cepat berpindah dan menambah daya dari sel surya.

Tabel 1: Hasil Pengukuran Berbagai Kondisi Sel Surya

Jenis DSSC	Daya	Peningkatan
Standar	7,49 watt	-
Coating	7,88 watt	5,18%
Coating + Auto scanning	8,59 watt	14,73%

Berdasarkan tabel 1 maka diperoleh data kenaikan sel surya yang dicoating dengan CNT-ZnO sebesar 5,18% dari daya awalnya yang semula 7,49 watt. Sedangkan sel surya yang dicoating dengan CNT-ZnO dan menggunakan auto scanning mengalami

kenaikan sebesar 14,73% dari daya awal sel surya.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, ada tiga kesimpulan diajukan. Pertama, sistem kontrol *electric* dengan mendeteksi intensitas cahaya matahari maksimal dengan mengatur posisi solar cell sesuai arah pencahayaan matahari dengan menggunakan *microcontroller* ATMEGA 32, sensor cahaya dan driver motor. Kedua, prototip *dye-sensitized solar cell* (DSSC) dengan menggunakan material-material ZnO dan CNT dengan peningkatan daya sebesar 5%. Ketiga, *auto sacanning* yang mampu bergerak secara 3 dimensi mengikuti arah gerak matahari dengan peningkatan daya mencapai 7,5 %.

5. REFERENSI

- [1] Annual World Solar Photovoltaic Industry Report. Marketbuzz 2007 report.
- [2] Green, M. A. 2001. Solar Cell Efficiency Tables (Version 18). *Prog. Photovolt. Res. Appl.* (9): 287-293.
- [3] Greg P. S. 2002. "Optoelectronics of Solar Cells". SPIE PRESS.
- [4] Zhang, H., dan Banfield, J.F. 2000. Understanding Polymorphic Phase Transformation Behavior during Growth of Nanocrystalline Aggregates: Insights from TiO₂. *J Phys Chem B.* 10: 3481.
- [5] Halme, J. 2002. Dye sensitized Nanostructured and Organic Photovoltaic Cells : technical review and preeliminary test. *Master Thesis.* Helsinki University of Technology.
- [6] Zhan, Z., Sun, P., Jiang, S., dan Sun, X. 2006. An investigation of the performance of dye-sensitized nanocrystalline solar cell with anthocyanin dye and ruthenium dye as the sensitizers. Roskilde University Project.
- [7] Kalyanasundaram, K., dan Grätzel, M. 1998. Applications of functionalized transition metal complexes in photonic and optoelectronic devices. *Coordination Chemistry Reviews.* 177: 347-414.
- [8] R. Sastrawan. 2006. Photovoltaic modules of dye solar cells. *Disertasi.* University of Freiburg.
- [9] Shah, A. 1999. Photovoltaic Technology: The Case for Thin-Film Solar Cells. *Science*, 30 (285): 692-698.