

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini, sekitar 85,5% energi dunia dipasok oleh bahan bakar fosil sehingga dibutuhkan sumber energi yang terbarukan dan ramah lingkungan (Ediger, 2019). Jika dilihat dari sumber daya yang dimiliki, energi Matahari merupakan yang terbesar dibandingkan sumber energi lainnya. Potensi ketersediaan sumber daya energi Matahari sekitar 23.000 TW dibandingkan dengan panas Bumi 0.3 - 4 TW, angin 25 -75 TW, gelombang laut 0.2 – 2 TW, air 3 – 4 TW, dan biomassa 2 – 6 TW (Perez, 2015). Energi radiasi Matahari yang diterima tiap harinya diperkirakan sekitar $4,31 \times 10^{18} - 1,36 \times 10^{20}$ J yang artinya 1 hari energi matahari mampu memenuhi 0.5 hingga 9 hari kebutuhan dunia (Goldemberg, 2000). Penggunaan sel surya juga dapat menjadi solusi terhadap masalah perubahan iklim dimana tidak menghasilkan emisi karbon pada penggunaannya (Catchpole dan Polman, 2008).

Photovoltaic adalah salah satu perangkat yang digunakan untuk mengubah energi Matahari menjadi listrik. Efisiensi *photovoltaic* atau sel surya masih rendah yaitu sekitar 27,6% untuk sel surya berbasis silikon dan 16,5% untuk sel surya organik (NREL, 2019). Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan efisiensi sel surya terutama pada jenis sel surya organik (*Organic solar cell*, OSC) dikarenakan biaya fabrikasi yang jauh lebih murah dibandingkan dengan sel surya berbasis silikon (Gusak, 2014).

Efisiensi sel surya ditentukan oleh beberapa faktor yaitu absorpsi cahaya, laju produksi elektron dan *hole*, laju rekombinasi elektron-*hole*, dan resistansi

parasitik pada kontak eksternal sel surya (Bush, 2012). Absorbansi menentukan laju produksi pasangan elektron dan *hole*. Sel surya hanya dapat berfungsi ketika laju produksi elektron dan *hole* lebih besar dari rekombinasi keduanya. Rendahnya absorbansi sel surya disebabkan oleh tingginya pemantulan kembali cahaya pada permukaan sel surya akibat indeks bias sel surya yang jauh lebih besar dibandingkan indeks bias medium datangnya cahaya yaitu udara (Alamdari, 2013). Berangkat dari permasalahan ini maka perlu adanya penelitian secara teoretik untuk menjelaskan bagaimana meningkatkan besar penyerapan pada sel surya dengan dilakukannya simulasi tinjauan optik pada lapisan aktif sel surya organik.

Usaha peningkatan absorpsi secara numerik sudah dilakukan oleh N’Konou (2017) dengan menambahkan nanopartikel *metal*-dielektrik pada bagian lapisan aktif sel surya organik. Pengaruh penambahan nanopartikel perak yang dilapisi SiO₂ disusun secara paralel di atas lapisan *Indium Tin Oxide* (ITO) terhadap absorpsi sel surya organik disimulasikan menggunakan metode *Finite Different Time-Domain* (FDTD). Nanopartikel ini disebut juga sebagai *nanoantenna* karena berfungsi sebagai perangkat cahaya pada lapisan aktif sel surya. Pada penelitian N’Konou (2017) divariasikan jarak antar nanopartikel, ketebalan lapisan SiO₂, ketebalan lapisan aktif, dan jenis bahan dielektrik yang digunakan. Hasil penelitian menunjukkan peningkatan absorpsi hingga 24,7% dibandingkan dengan tanpa penambahan nanopartikel. Pada penelitian ini susunan *array* nanopartikel tidak divariasikan sehingga pengaruh susunan *array* nanopartikel terhadap absorbansi belum diketahui. Oleh karena itu, investigasi lebih lanjut dibutuhkan untuk melihat

pengaruh susunan *array* dan menentukan susunan optimum partikel yang menghasilkan absorbansi maksimum pada sel surya organik.

Penelitian lain juga dilakukan oleh Silva (2018), Silva (2018) silva menambahkan nanopartikel perak pada lapisan aktif sel surya. Pada penelitian ini, silva memvariasikan bentuk nanopartikel perak menjadi silinder, bintang segi enam, bintang segi delapan, dan bintang segi duabelas. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode elemen hingga (*finite element method* disingkat FEM). Hasil yang didapatkan adalah peningkatan absorpsi cahaya pada lapisan aktif sel surya terjadi sebesar 69,4%.

Penelitian ini akan melanjutkan penelitian yang dilakukan N'Konou (2017), namun dengan metode dan variasi yang berbeda. Metode yang akan digunakan pada penelitian ini adalah metode elemen hingga. FEM dipilih karena diskritisasinya lebih mendekati geometri aslinya di dibandingkan FDTD serta lebih general digunakan dalam fenomena fisika (Sumithra dan Thiripurasundari, 2017). Pada penelitian akan dilihat pengaruh periodisitas, pergeseran *array*, kombinasi dual periodisitas dan sudut datang cahaya terhadap peningkatan absorpsi cahaya pada lapisan aktif sel surya organik terhadap absorpsi cahaya.

1.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah melihat pengaruh variasi periodisitas, pergeseran *array*, dan kombinasi dual periodisitas nanopartikel perak berlapis SiO₂ terhadap peningkatan absorpsi cahaya pada lapisan aktif OSC. Penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan absorpsi cahaya oleh sel surya sehingga meningkatkan efisiensi sel surya organik.

1.3 Ruang Lingkup dan Batasan Masalah

Pada penelitian ini dilakukan simulasi peningkatan penyerapan cahaya pada lapisan aktif sel surya organik menggunakan program Comsol 5.4. Spektrum radiasi Matahari yang digunakan adalah radiasi AM 1.5 pada rentang panjang gelombang 350 - 700 nm. Diameter nanopartikel perak dijaga konstan 50 nm dengan ketebalan lapisan SiO₂ 2 nm, ketebalan lapisan aktif 50 nm, ketebalan lapisan aluminium 300 nm, ketebalan lapisan ITO 40 nm dan nanopartikel berbentuk bola diletakkan 1 nm di atas lapisan ITO. Periodisitas *array* divariasikan pada rentang 60 nm hingga 300 nm dengan kenaikan (*step*) periodisitas sebesar 20 nm. Selanjutnya susunan *array* divariasikan dengan bentuk susunan pergeseran *array* dan kombinasi dual periodisitas.

