BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Sumber energi dunia saat ini masih didominasi (79,9%) bahan bakar fosil [1]. Selain ketersediaannya terbatas dan tidak ramah lingkungan, bahan bakar fosil merupakan penyumbang terbesar gas rumah kaca penyebab pemanasan global. Kekhawatiran tentang polusi udara, keberlangsungan ketersediaan energi, dan pemanasan global telah mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang rendah emisi dan dapat diperbarui[2]. Matahari merupakan salah satu energi alternatif potensial sekaligus sumber energi terbesar di bumi dengan energi sebesar 79.000 TWyr. Pemanfaatan energi matahari dalam 30 tahun mendatang diperkirakan akan mencapai 8.300 TWyr[3].

Sel surya atau *photovoltaic* (PV) adalah perangkat yang dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik secara langsung. Saat ini penggunaan energi terbarukan dari matahari, angin, panas bumi, dan laut baru mencapai 2,1 % dari total penggunaan energi dunia[1].

Sel surya berbasis silikon mendominasi 95% penggunaan seluruh sel surya yang ada saat ini[4] walaupun pada dasarnya merupakan jenis yang paling mahal[5]. Penelitian untuk meningkatkan efisiensi sel surya dan menurunkan biaya produksi terus dilakukan. Efisiensi tertinggi (sekitar 25-28%) dimiliki oleh sel surya berbasis silikon yang memerlukan biaya produksi yang tinggi. Efisiensi sel surya lain lebih rendah, misalnya efisiensi tertinggi sel surya organik, *dye sensitized solar cell*, dan lapisan tipis masing-masing adalah 16,4%, 7% dan 18%[6].

Hingga saat ini terus dilakukan upaya untuk mendapatkan sel surya dengan harga yang lebih murah dengan efisiensi yang tinggi. Sel surya organik (OSC) telah menarik perhatian banyak peneliti disebabkan potensinya yang menjanjikan sebagai sel surya generasi baru karena ringan, fleksibel dan berbiaya rendah, semitransparan, kemampuan proses sintesis secara kimia basah untuk mendapatkan luas permukaan yang besar[7]. Kendala sel surya organik saat ini adalah efisiensi yang masih rendah. Oleh sebab itu dibutuhkan penelitian lanjutan untuk dapat meningkatkan efisiensi dari sel surya organik.

Faktor yang mempengaruhi efisiensi sel surya salah satunya adalah kemampuan material sel surya dalam menyerap cahaya matahari. Salah satu cara untuk meningkatkan penyerapan cahaya matahari dapat dilakukan dengan menambahkan nanopartikel logam ke dalam sel aktif sel surya. Ukuran, komposisi, dan bentuk nanopartikel plasmonik serta kontrol jarak nanometer antar partikel merupakan faktor kunci desain struktur nano plasmonik[8]

Telah dilakukan beberapa penelitian untuk meningkatkan absorbsi cahaya matahari pada OSC dengan menambahkan nanopartikel logam pada lapisan aktif. Phengdaam[9] telah mensimulasikan penambahan tiga bentuk nanometal prisma pada lapisan aktif OSC menggunakan *Finite Different Time-Domain* (FDTD), hasil yang didapatkan terjadi peningkatan efisiensi OSC sebesar 7,9% daripada OSC referensi. Sebelumnya Liu[10] dalam penelitiannya melakukan simulasi penambahan nanopartikel perak dengan variasi posisi vertikal pada lapisan aktif. Penyerapan terbesar terjadi saat nanopartikel berada pada posisi di tengah di antara lapisan aktif P_3HT:PCBM dengan lapisan PEDOT:PSS Peningkatan penyerapan mencapai 200%. Pada penelitian ini, hanya menggunakan nanologam Ag tanpa lapisan dielektrik sehingga pengaruh penyerapan cahaya saat pergeseran pusat nanologam terhadap *shell* dielektrik sebagai pembungkusnya belum dapat dianalisa. Pergeseran pusat *core* terhadap *shell* akan menimbulkan resonansi Fano yang dapat meningkatkan lokalisasi medan dekat pada permukaan nanopartikel.

Penelitian lainnya oleh N'Knou[11] menambahkan nanopartikel perak berbentuk bola dan memvariasikan tebal lapisan aktif, ketebalan *core-shell* SiO_2 dan jenis bahan dielektrik, metoda numerik yang digunakan adalah FDTD didapatkan peningkatan efisiensi 27% dibanding tanpa nanopartikel, berikutnya penelitian Perdana[12], melanjutkan penelitian N'Knou[11] dengan memvariasikan periodisititas jarak dari nanopartikel $AgSiO_2$ pada lapisan aktif OSC dan metoda numerik yang digunakan adalah *Finite Element Method* (FEM). Peningkatan penyerapan cahaya matahari terjadi sebesar 77,9% pada periodisitas 200 nm. Pada penelitian ini, ukuran nanopartikel dan posisi nanopartikel secara vertikal pada lapisan aktif belum divariasikan. Ukuran dan posisi nanopartikel akan sangat

mempengaruhi hamburan gelombang elektromagnetik di sekitar nanopartikel dan penyerapannya oleh lapisan aktif pada OSC.

Penelitian ini akan mencoba melanjutkan penelitian Perdana[12] dengan melihat pengaruh variasi ukuran dan posisi nanopartikel $AgSiO_2$ pada lapisan aktif terhadap peningkatan absorbsi cahaya matahari secara numerik menggunakan *Metode Finite Element* (FEM). Selain itu pada penelitian ini melihat pengaruh pergeseran posisi pusat nanopartikel terhadap core-shell-nya dalam penyerapan radiasi matahari. Posisi pusat *core* dan *shell* digeser (*off-set*) untuk menghasilkan resonansi Fano yang dapat meningkatkan lokalisasi medan dekat disekitar permukaan nanopartikel.

I.2 Tujuan dan Manfaat Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisa pengaruh ukuran nanopartikel Ag, ketebalan SiO_2, posisi vertikal dalam lapisan aktif, pergeseran pusat dan sudut pusat *core-shell* nanopartikel $AgSiO_2$ terhadap peningkatan penyerapan cahaya matahari pada lapisan aktif sel surya. Penelitian ini bermanfaat untuk meningkatkan efisiensi Sel Surya Organik.

I.3 Ruang Lingkup dan Batasan Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara simulasi numerik *metoda finite element* dengan menggunakan program Comsol 5.4. untuk memfokuskan pembahasan, dibuatlah batasan penelitian, yaitu:

1) Nanopartikel yang digunakan adalah berbahan perak (Ag) berbentuk bola yang akan divariasikan ukuran diameter dalam rentang 20 - 50 nm dengan lapisan dielektrik SiO_2 pada ketebalan 1 – 4 nm.
2) Spektrum matahari yang digunakan adalah AM 1.5 pada rentang panjang gelombang 350 – 700 nm.
3) Ketebalan lapisan P_3HT:PCBM 50 nm, ketebalan PEDOT:PSS 20 nm, ketebalan lapisan alumunium 300 nm, ketebalan lapisan ITO 40 nm.
4) Pusat nanopartikel Ag dibuat tidak konsentris dengan pergeseran terhadap sumbu pusat *core-shell* dalam rentang 1 – 4 nm sesuai ketebalan SiO_2 dan pergeseran sudut *core-shell* dalam rentang 0° – 360°.

I.4 Hipotesis

Penambahan nanopartikel plasmonik pada lapisan aktif sel surya organik dapat meningkatkan penyerapan radiasi matahari sehingga berpotensi untuk meningkatkan efisiensi dari sel surya organik. Variasi bentuk, jenis, susunan, ukuran dan posisi dari nanopartikel logam plasmonik dan ketebalan *core-shell* mempengaruhi besarnya serapan radiasi matahari.

UNIVERSITAS ANDALAS
UNTUK KEDJAJAAN BANGSA