

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Energi dianggap menjadi kebutuhan yang penting bagi manusia, karena energi dapat diterapkan disemua aspek kehidupan manusia. Energi juga menjadi suatu elemen yang mendukung suatu negara dalam hal pembangunan dan dapat mendorong pertumbuhan ekonomi (Aldhshan dkk., 2021). Tetapi, pertumbuhan ekonomi dapat meningkatkan pembakaran emisi karbon di seluruh dunia (Kirikkaleli & Adebayo, 2021). Peningkatan karbon dalam jumlah yang besar merupakan dampak negatif dari penggunaan energi tak terbarukan dan menimbulkan pencemaran lingkungan. Dengan demikian, pengurangan emisi karbon telah menjadi isu yang signifikan di seluruh dunia (Shahbaz dkk., 2020). Untuk mengurangi emisi karbon semua negara beralih menggunakan sumber energi terbarukan. Energi terbarukan di seluruh dunia terus meningkat konsumsinya mencapai 17,5% pada tahun 2015 sedangkan pada tahun 2010 hanya sekitar 16,7% (Gatto & Drago, 2021). Konsumsi energi dunia dari sumber energi terbarukan saat ini melebihi 20% dan akan terus bertambah (Maradin, 2021).

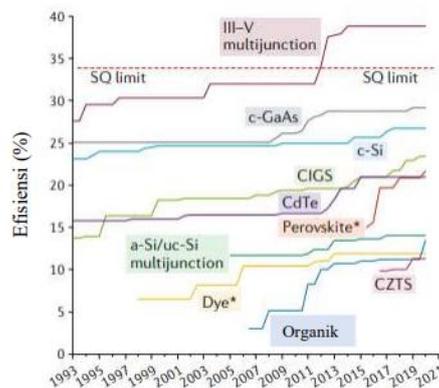
Salah satu energi terbarukan adalah energi yang memanfaatkan sinar matahari untuk menghasilkan listrik dengan menggunakan sel surya. Pada perkembangannya sel surya terdiri dari beberapa jenis seperti sel surya silikon, CdTe, GaAs, CIGS, sel surya organik dan lain sebagainya. Seperti yang terlihat pada gambar1.1 merupakan tren perkembangan efisiensi sel surya pada tahun 1993 hingga tahun 2021. Untuk sel surya nilai efisiensi atau PCE (*Power Conversion Energy*) pada dasarnya dibatasi oleh batas Shockley–Queisser (SQ) sebesar 33,8%. Sel surya yang paling mendekati batas ini adalah sel surya GaAs dan Silikon. Sejak tahun 2009 secara eksperimental sel surya multi-junction telah melampaui batas SQ, meskipun sel surya multijunction memiliki PCE yang tinggi tetapi sel surya ini dianggap tidak cocok untuk aplikasi sel surya karena biaya produksi yang sangat tinggi. Sel surya GaAs juga memiliki PCE yang cukup tinggi, tetapi GaAs merupakan kombinasi dari unsur gallium dan arsenic yang

Yuni Rahmawati, 2023

**KRSTAL FOTONIK 2-DIMENSI SEBAGAI LAPISAN ANTI REFLEKSI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI SEL SURYA SILIKON DENGAN SIMULASI FDTD**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

merupakan bahan beracun dan berdampak signifikan saat pembuatan GaAs. Selanjutnya sel surya silikon merupakan sel surya yang memiliki potensi yang baik karena tren efisiensi setiap tahun meningkat dan hampir mendekati SQ limit sehingga dapat dikembangkan untuk efisiensi yang lebih optimal (Green, 2020).



Gambar 1. 1 Tren PCE sel surya selama 29 tahun terakhir (Green, 2020)

Saat ini sel surya yang paling banyak digunakan adalah sel surya silikon. Meskipun PCE sel surya film tipis ini relatif rendah tetapi biaya produksi sel surya relatif rendah. Untuk mengatasi kurangnya efisiensi maka absorpsi dari sel surya harus ditingkatkan salah satunya dengan menggunakan mekanisme perangkap cahaya (*light trapping*). Peningkatan absorpsi sel surya mengarah pada tingkat rekombinasi yang lebih rendah yang menyebabkan peningkatan efisiensi konversi sel surya, hal tersebut merupakan parameter utama untuk merancang sel surya yang efisien (Mohsin dkk., 2020). Perangkap cahaya didasarkan pada geometris optik dengan berbagai struktur permukaan yang memiliki tujuan untuk membiaskan, membelokkan, dan memantulkan cahaya yang tidak terserap pada lintasan awal melalui material, untuk mengembalikan dan melintasi material lagi sehingga dapat meningkatkan penjaralan cahaya di dalam bahan. Beberapa struktur perangkap cahaya seperti piramida, struktur nano non periodik, struktur perangkap cahaya eksternal mesoskopis-makroskopis dan pembatasan sudut, plasmonik untuk sel surya dan kristal fotonik (Chutinan dkk., 2009).

Pada penelitian terbaru memperkenalkan mekanisme perangkap cahaya dengan menggunakan kristal fotonik untuk meningkatkan performa dari sel surya.

Yuni Rahmawati, 2023

**KRISTAL FOTONIK 2-DIMENSI SEBAGAI LAPISAN ANTI REFLEKSI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI SEL SURYA SILIKON DENGAN SIMULASI FDTD**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Kristal fotonik merupakan struktur mikro dielektrik yang tersusun secara periodik dengan prinsip di mana hanya pada frekuensi dan panjang gelombang tertentu celah pita fotonik memiliki kerapatan foton yang tinggi sehingga dapat meningkatkan absorpsi. Kristal fotonik ini memiliki keunggulan dalam penggunaan sel surya seperti dapat mengontrol cahaya dalam sel surya (Ouanoughi dkk., 2015) dan dapat meningkatkan Efisiensi Quantum Eksternal (EQE) sekitar 22% (Prieto dkk., 2009) (Guldin dkk., 2010). Pada prinsipnya kristal fotonik dapat meningkatkan performa sel surya secara signifikan dengan parameter yang dioptimasi.

Pada penelitian ini akan dikaji mengenai performa optik dan listrik sel surya silikon dengan memodifikasi kristal fotonik menggunakan simulasi FDTD pada perangkat lunak Ansys Lumerical. Modifikasi yang dilakukan adalah bentuk kristal fotonik, diameter dan konstanta kristal fotonik, serta ketebalan dari kristal fotonik. Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi untuk perkembangan sel surya silikon sebagai salah satu pemanfaatan energi terbarukan.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, adapun rumusan masalah pada skripsi ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh struktur kristal fotonik yang digunakan terhadap performa optik dan listrik sel surya silikon ?
2. Bagaimana pengaruh rasio antara diameter ( $d$ ) dan konstanta kisi ( $a$ ) terhadap performa optik dan listrik sel surya silikon?
3. Bagaimana pengaruh diameter dari kristal fotonik terhadap performa optik dan listrik sel surya silikon?
4. Bagaimana pengaruh ketebalan kristal fotonik terhadap performa optik dan listrik untuk peningkatan performa sel surya?
5. Bagaimana performa sel surya silikon dengan kristal fotonik dibandingkan dengan sel surya silikon tanpa kristal fotonik?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan skripsi ini sebagai berikut:

1. Menentukan pengaruh struktur kristal fotonik terhadap performa sel surya silikon.
2. Mengetahui pengaruh rasio kristal fotonik terhadap performa sel surya silikon
3. Mengetahui pengaruh diameter dan konstanta kisi kristal agar terhadap performa sel surya silikon.
4. Mengetahui pengaruh ketebalan dari kristal fotonik terhadap performa sel surya silikon.
5. Mengetahui dan membandingkan efek penggunaan kristal fotonik pada performa sel surya silikon.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Dari hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai optimasi kristal fotonik sebagai salah satu cara untuk meningkatkan performa sel surya silikon.

### **1.5 Sistematika Penulisan**

Pada penelitian ini terdapat lima bab yang terdiri dari pendahuluan, kajian pustaka, metodologi penelitian, hasil dan pembahasan, serta kesimpulan dan saran. Pada bab satu yaitu pendahuluan yang berisi mengenai latar belakang dilakukannya penelitian, rumusan masalah, tujuan dari penelitian, manfaat dari penelitian dan sistematika penulisan. Selanjutnya adalah bab kedua yaitu kajian pustaka yang berisi mengenai teori-teori yang mendukung dari penelitian. Kemudian bab ketiga yaitu metodologi penelitian yang didalamnya terdapat metode yang digunakan dalam penelitian. Setelah itu, terdapat bab empat yaitu hasil dan pembahasan yang menjelaskan mengenai hasil analisis pengaruh penambahan kristal fotonik pada sel surya silikon. Dan yang terakhir yaitu bab lima yaitu bab kesimpulan yang berisi mengenai kesimpulan dari penelitian dan saran untuk penelitian selanjutnya.

Yuni Rahmawati, 2023

*KRISTAL FOTONIK 2-DIMENSI SEBAGAI LAPISAN ANTI REFLEKSI UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI SEL SURYA SILIKON DENGAN SIMULASI FDTD*

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu