

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan volume dan kecepatan transmisi data informasi pada saat ini tidak dapat lagi dikerjakan dengan sistem elektronik. Maka diperlukan sebuah material yang dapat mentransmisikan data dengan volume tinggi dan cepat. Salah satu yang dapat menjadi pilihan adalah menggunakan komponen opto-elektronik. Sistem optoelektronik mampu mentransfer data lebih cepat karena data yang dikirimkan berupa sinyal cahaya. Oleh karena itu penelitian tentang emisi cahaya yang efisien dari perangkat silikon menjadi hal yang harus dilakukan (Sobolev, 2010).

Untuk mengatasi masalah di atas, diperlukan *waveguides*, *splitter*, *modulator*, fotodetektor dan emitter. Sampai saat ini, titik terlemah dalam hal ini adalah kurangnya sumber cahaya yang efektif yang kompatibel dengan teknologi Si Modern.

Keuntungan utama material silikon adalah mampu dihasilkan dengan teknik fabrikasi yang murah dan hasil tinggi (Fiory & Ravindra, 2003) sehingga dalam penggunaan bahan ini telah massif di sector elektronik. Selain itu, Sistem berbasis Si digunakan di semua bidang elektronik, komputer, dan komunikasi. Hal ini dikarenakan *Integrated Circuit* (IC) silikon mempunyai keunggulan fungsionalitas tinggi, penskalaan untuk integrasi lebih padat dan sebagainya (Xu dkk, 2015).

Di samping keunggulan-keunggulan tersebut. Silikon merupakan semikonduktor yang sulit untuk mengemisikan cahaya, karena celah pita tidak langsung dari bulk kristalnya. Jika dibandingkan dengan semikonduktor yang memiliki celah pita langsung silikon memiliki kemampuan yang rendah dalam mengemisikan cahaya (Fiory & Ravindra, 2003). Karena pada dasarnya semikonduktor yang memiliki celah pita tidak langsung tidak dapat mengemisikan cahaya secara efektif pada suhu ruang.

Namun, berbagai pendekatan telah dicoba untuk mengatasi batasan ini. Sehingga, silikon dapat mengemisikan cahaya walaupun memiliki celah pita energi tidak langsung. Pendekatan yang pernah dilakukan seperti pengenalan pusat cacat

aktif secara optik, konversi Raman, loop dislokasi, dan nanokristal dalam silikon dioksida dengan atau tanpa doping bahan langka di bumi (Dilla D. Berhanuddin, Lourenço, Gwilliam, & Homewood, 2012).

Berdasarkan hal tersebut, teknik ion implantasi akan digunakan untuk membuat silikon yang memiliki karakteristik dapat mengemisi cahaya secara efektif. Ion implantasi adalah Teknik penyinaran ion pada suatu material sehingga ion itu kehilangan energi ketika menembus material dan berada pada material itu (Ahmad & Akram, 2017). Sebelum membuat silikon dengan Teknik ion implantasi secara eksperimen. Perlu dilakukan simulasi terlebih dahulu agar hasil yang akan diperoleh lebih terukur. Kami melakukan simulasi dengan perangkat lunak *Stopping and Range of Ions in Matter* (SRIM). SRIM adalah perangkat lunak yang dapat menghitung parameter yang disebut *displacement per atom* (dpa), distribusi ion pada material target serta dapat menentukan energi ion saat menumbuk material target (Saha, Devan, & Ganesan, 2018).

Ion yang digunakan pada penelitian ini adalah ion boron dan karbon. Ion boron diimplantasikan pada silikon dengan tujuan untuk merekayasa loop dislokasi pada kristal silikon sehingga dapat dijadikan dioda pemancar cahaya (LED) (Shao, Gwilliam, Homewood, & Milosavljevic, 2006). Penelitian sebelumnya mendapatkan hasil bahwa implantasi ion boron dapat membentuk dislokasi interstitial dan lainnya yang mampu meningkatkan kemampuan silikon dalam meradiasikan cahaya pada suhu ruangan. Selain itu, ion karbon juga digunakan pada penelitian ini dengan tujuan untuk mengaktivasi implan boron serta mencegah difusi boron selama anil (Robertson dkk, 2000).

Energi ion yang digunakan untuk merekayasa dislokasi yang terbentuk pada substrat silikon (100) ditunjukkan pada Tabel 3.1. Besar energi yang dipilih berdasarkan hasil penelitian sebelumnya yang melakukan percobaan dengan menembakan ion boron sebesar 10 keV – 80 keV mendapatkan hasil bahwa dengan energi 10 keV dapat menghasilkan struktur dislokasi yang baik.

Oleh karena itu, pada penelitian ini kami akan membahas tentang pengaruh implantasi ion boron dan ion karbon, pengaruh energi ion dan pengaruh daya laser pada suhu kriostat terhadap hasil karakterisasi menggunakan Spektroskopi Fotoluminesen.

Roni Sumantri, 2020

ANALISIS PENGARUH IMPLANTASI ION KARBON DAN BORON DI ATAS SUBSTRAT Si:As TERHADAP KARAKTERISTIK STRUKTUR DAN INTENSITAS FOTOLUMINESEN

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

1.2. Rumusan Masalah Penelitian

Penelitian ini memiliki beberapa masalah yang dapat dirumuskan sebagai berikut.

- 1) Bagaimana pengaruh energi dan jenis ion (karbon dan boron) implantasi terhadap cacat struktur kristal?
- 2) Bagaimana pengaruh suhu sampel terhadap intensitas fotoluminesen?
- 3) Bagaimana pengaruh energi laser terhadap intensitas fotoluminesen?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dibuat, maka tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan silikon dengan cacat optik yang dapat meningkatkan laju rekombinasi yang bersifat radiatif.
2. Menghasilkan desain implantasi ion yang tepat sehingga dapat menghasilkan silikon dengan sifat optik yang baik pada silikon.
3. Menghasilkan silikon yang mampu mengemisikan cahaya dengan yang baik pada suhu ruang.

1.4. Batasan Masalah

Dalam memfokuskan penelitian ini, batasan masalah pada penelitian ini adalah pertukaran kalor antara sampel dan lingkungan dianggap tidak berpengaruh besar sehingga suhu sampel yang terukur merupakan suhu sebenarnya. Atenuasi sinar laser oleh lensa dan *chopper* sangat kecil sehingga daya laser yang diterima sampel tidak berbeda jauh dengan daya yang dihasilkan sumber laser.

Selain itu, pengaruh konsentrasi ion saat proses implantasi identik, panas pada sampel akibat sinar laser tidak mempengaruhi suhu sampel dan sinar laser *backscatter* yang direfleksikan oleh permukaan silikon saat karakterisasi menggunakan spektroskopi fotoluminesen.

1.5. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian tentang material silikon diimplantasi ion karbon dan ion boron diharapkan dapat meningkatkan sifat optiknya yaitu fotoluminesen. Memiliki sifat listrik yang baik dan biaya fabrikasi yang murah. Ketersediaan silikon juga melimpah sehingga dimanfaatkan pada berbagai jenis alat elektronika. Silikon juga dapat dimanfaatkan untuk bahan divais yang berintegrasi dengan system optoelektronik seperti LED. LED berbasis silikon memiliki keuntungan dibanding material sebelumnya yang telah digunakan yaitu mudah diintegrasikan karena banyak elektronik yang terbuat dari silikon. Oleh karena itu, tulisan ini diharapkan dapat menjadi referensi yang baik dalam mempelajari metode ion implantasi, optimasi dalam proses sintesis silikon dan karakterisasi suatu divais berbasis material silikon.

1.6. Struktur Organisasi Skripsi

Sistematika penulisan yang digunakan pada skripsi ini terdiri dari lima bagian utama. Dimulai dari pendahuluan, kajian pustaka, metode penelitian, temuan dan pembahasan sampai dengan simpulan dan rekomendasi. Pada Bab I Pendahuluan mengandung hal-hal yang melatarbelakangi penelitian silikon diimplantasi ion boron dan ion karbon yang bertujuan untuk meningkatkan sifat optiknya. Tujuan penelitian diarahkan dalam bentuk pertanyaan penelitian dan kontribusi penelitian yang memiliki nilai diuraikan dalam sub-sub manfaat penelitian. Pada Bab II Kajian Pustaka dijelaskan tentang karakteristik dan sifat material silikon, metode ion implantasi, pembahasan tentang spektroskopi fotoluminesen sebagai alat karakterisasi, SRIM sebagai software untuk simulasi ion implantasi. Bab III Metode Penelitian, pada bab ini dipaparkan garis besar penelitian dan diagram alur penelitian. Kemudian, dijelaskan masing-masing tahapan penelitian yang diuraikan lebih rinci seperti menjelaskan alat, bahan, uji karakteristik dan prosedur eksperimen. Selain itu, dijelaskan pula metode analysis yang digunakan penulis untuk menganalisis data yang diperoleh. Bab IV Temuan dan Pembahasan, berisi pemaparan data hasil eksperimen beserta analisisnya yang disajikan dalam bentuk kurva dan table Data dari hasil karakterisasi