

I. PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Prinsip dasar dari sebuah penjepit optik (Optical Tweezers atau OT) yang merupakan nama lain dari perangkap dipol optik (optical dipole trap) telah dikembangkan sejak tahun 1986, pertama kali oleh Ashkin (Ashkin, et.al, 1986). Ashkin mendemonstrasikan bahwa cahaya dapat digunakan untuk memerangkap partikel-partikel plastik (Latex) dengan menfokuskan sebuah berkas cahaya laser ke sebuah bejana yang berisi partikel – partikel tersebut. Penelitian perdana Ashkin tersebut berkembang menjadi dua arah bidang penelitian. Pertama, sistem tersebut telah dikembangkan untuk memerangkap atom yang melahirkan bidang penelitian baru yang disebut Laser Cooling and Trapping dimana atom dapat diperlambat atau didinginkan menggunakan cahaya laser. Bidang ini sudah sangat berkembang sehingga berhasil mendinginkan berbagai jenis atom sampai pada suhu nano Kelvin dan dapat merealisasikan Bose Einstein Condensation (BEC) (M. H. Anderson, et.al, 1995). Arah kedua adalah teknik itu dikembangkan dan digunakan pada bidang biologi untuk memerangkap partikel hidup seperti bakteri dan virus.

Sistem OT dibangun dari sebuah berkas cahaya laser yang difokuskan ke sekumpulan objek atau partikel yang indeks biasnya lebih besar dari indeks bias medium sekelilingnya. Sejak diperkenalkan pada tahun 1986, penelitian dibidang OT berkembang sangat pesat dan mempunyai aplikasi pada berbagai bidang ilmu. OT telah digunakan dalam fisika atom dan fisika material, bidang kimia, biologi, dan kedokteran. OT menjadi sebuah alat yang sangat efektif dalam penelitian fisika, biologi, kimia dan kedokteran.

Dalam bidang fisika atom dan fisika material, Optical Tweezers atau disebut juga Optical Trap telah digunakan untuk memerangkapan atom-atom netral untuk menghindari pemanasan atom. Optical trap diperlukan untuk memperoleh kumpulan atom dingin yang mempunyai densitas tinggi. Realisasi optical trap adalah Bose Einstein Condensate yang semula hanya sebuah teori. Saat ini eksperimen untuk mempelajari sifat-sifat fisika dari OT itu sendiri semakin banyak, misalnya pengukuran transfer momentum sudut total dari cahaya ke partikel yang diperangkap (Simon et.al, 2006). Pada penelitian tersebut, *mode* dan polarisasi dari cahaya laser divariasikan, pengaruh *mode* dan polarisasi terhadap putaran partikel diselidiki. Penggunaan OT untuk memberi perlakuan pada nano devices juga telah dilakukan (Chan Hyuk Nam, 2009).

Optical Tweezers mempunyai aplikasi yang luas dalam biologi sel diantaranya digunakan untuk memberi perlakuan pada jamur (fungi). Ekperimen tersebut biasanya dilakukan dengan melekatkan sel biologi pada partikel kecil seperti Polystyrene

(microbead), karena ukuran sel yang sangat kecil, kemudian melalui microbead, perlakuan kimia dan mekanika diberikan. Dengan OT, perlakuan kuman terhadap sel juga dapat diamati (Graham et.al, 2007). Keutamaan alat ini adalah dapat memerangkap partikel tanpa merusak partikel tersebut sehingga sangat sesuai digunakan dalam penelitian biologi sel.

Pada bidang kedokteran atau fisika kesehatan dan biofisika, OT merupakan alat penting yang membuat bidang ilmu itu sendiri menjadi berkembang dengan pesat. Sel darah merah yang dijangkiti parasit malaria dibandingkan dengan sel darah merah yang normal, dimana sel darah merah normal akan berputar dan bertambah kecepatannya dengan bertambahnya daya laser dibanding sel darah merah yang sudah terkontaminasi (Samarendra et.al, 2004). Studi interaksi antara DNA dan protein pada skala molekul tunggal dapat direalisasi menggunakan OT. Isolasi DNA dan karakterisasi aktifitasnya pada penelitian biokimia konvensional diestimasi menggunakan nilai rata-rata, aktifitas sebagian besar molekul tidak terukur (J.F. Allemand et.al, 2007), oleh sebab itu perlu diteliti berdasarkan sifat individu dari molekul-molekul tersebut. Ini dapat dilakukan dengan menempelkan molekul-molekul tersebut pada partikel-partikel polystyrene berukuran mikron.

Pada saat ini telah tersedia sistem OT komersial yang komplit dengan harga yang relatif mahal dan mempunyai keterbatasan masing-masing. OT komersial pertama dengan nama "LaserTweezers" diproduksi oleh Cell Robotic, Inc, USA, pada tahun 1992. Kemudian pada tahun 2000, sistem *Basic LaserTweezers* mempunyai harga US\$56.000 telah diproduksi tidak termasuk mikroskopnya. Pada tahun 2002, Optical Tweezers yang paling komplit yang telah diproduksi dapat memerangkap 200 objek mikroskopik dan beroperasi pada panjang gelombang laser 1064nm, dengan resolusi sekitar 20nm, dijual dengan harga US\$377.500. Penelitian Optical Tweezers saat ini difokuskan pada pengembangan aplikasi Optical Tweezers pada berbagai jenis partikel sesuai dengan objek penelitian sebuah bidang ilmu dan pengembangan sistem Optical Tweezers yang *portable* dan *affordable* (Aruna Ranaweera, 2004).

Penelitian ini merupakan penelitian tahun pertama dari beberapa tahap penelitian yang telah diusulkan untuk didanai hibah kompetensi, Ditjen Dikti. Sistem OT sederhana didesain dan dibangun dan digunakan untuk memerangkap partikel Polystyrene dengan ukuran 3 μm , dan 10 μm . Sistem OT ini menggunakan dua jenis cahaya laser dengan panjang gelombang berbeda yaitu Laser He-Ne dengan $\lambda = 632,8 \text{ nm}$ dan Laser Dioda

dengan $\lambda = 785 \text{ nm}$, yang digunakan untuk memerangkap partikel polystyrene ukuran $3 \mu\text{m}$, dan $10 \mu\text{m}$.

Laporan penelitian ini terdiri dari 5 Bab. Pada Bab 2, Teori dasar tentang laser, pemerangkapan partikel secara umum dan Optical Tweezer dibahas. Skema peralatan penelitian, laser dan sistem detektor yang digunakan, serta prosedur – prosedur pelaksanaan penelitian dijelaskan pada Bab 3. Pada Bab 4, hasil penelitian yang telah dilakukan akan diberikan. Akhirnya pada Bab 5, Kesimpulan dari penelitian ini dan penelitian berikutnya yang akan dilakukan akan dipaparkan.

I.2. Tujuan Penelitian

Penelitian yang dilakukan mempunyai tujuan antara lain:

1. Mengoptimisasi Laser Dioda Merk Coherent dengan daya 50 mW dan panjang gelombang 830 nm sebagai sumber cahaya untuk Optical Tweezers
2. Membangun sistem Optical Tweezers sederhana menggunakan Laser Dioda Merk Coherent dan sebuah mikroskop cahaya yang dimodifikasi sehingga dapat menjadi sebuah mikroskop digital dan memerangkap partikel Polystyrene ukuran 3 dan $10 \mu\text{m}$.
3. Mempelajari karakteristik Optical Tweezers yang dibangun dengan menghitung konstanta pegas k dari sistem menggunakan Fast Camera dengan metode Equipartisi. untuk memerangkap partikel Polystyrene dengan beberapa ukuran.

I.3. Batasan Masalah

Pada penelitian tahap pertama ini, penelitian difokuskan pada sistem laser dioda dengan panjang gelombang 830 nm dan daya 50 mW .