



LAPORAN PENELITIAN HIBAH KOMPETENSI

JUDUL KEGIATAN:

**Pengembangan Sistem Penjepit Cahaya (Optical Tweezers)
Sebagai Alat untuk Pemerangkapan dan Pengaturan Partikel**

Peneliti Utama : Dr. Minarni, MSc

Anggota Peneliti 1 : Drs. M.Rahmad, M.Si.

Anggota Peneliti 2 : Drs. Sugianto

Angkatan tahun 2010

(Tahun ke-2)

Dibiayai oleh Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan Nasional, Sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksanaan Hibah Penelitian

Nomor: 209/H.19.2/PL/2010

UNIVERSITAS RIAU

OKTOBER 2011

**LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN PENELITIAN HIBAH KOMPETENSI**

1. Judul Kegiatan : Pengembangan Sistem Penjepit Cahaya (Optical Tweezer)
Sebagai Alat untuk Pemerangkapan dan Pengaturan Partikel
2. Kata Kunci : Optical Tweezers, Laser, Optical Trap, BioFisika, Biologi Sel,
3. Jenis Kegiatan : Penelitian di Laboratorium
4. Nama Ketua Tim Peneliti : Dr. Minarni, MSc.
5. Jurusan : Fisika
Fakultas : FMIPA
Perguruan Tinggi : Universitas Riau
6. Alamat : Kampus Binawidya Universitas Riau
Jl. HR. Subrantas KM 12,5 Pekanbaru 28293
Telpon/Faks : 0761 63273
E-mail : mshiddiq42@yahoo.com
7. Lamanya kegiatan : 3 tahun
8. Biaya yang diajukan :
- | | |
|-----------------------------------|------------------------|
| Biaya keseluruhan yang diajukan | : Rp 260.692.700 |
| Biaya yang diusulkan (tahun 2011) | : Rp 96.103.000 |
| Biaya yang disetujui (tahun 2011) | : Rp.95.500.000 |

Mengetahui,
Dekan FMIPA Universitas Riau

Pekanbaru, 30 Oktober, 2011
Ketua Tim Pelaksana

Prof. Dr. Adel Zamri, MS, DEA
NIP. 1959 1220 1986 03 1005

Dr. Minarni M.Sc
NIP 1965 0605 1990 11 2001

Mengetahui,
Ketua Lembaga Penelitian UR

Prof. Dr. H. Usman M. Tang, MS
NIP. 1964 0501 1989 03 1001

ABSTRAK DAN RINGKASAN

1. ABSTRAK

Sistem Penjepit Cahaya (Optical Tweezers) Sederhana Sebagai Alat untuk Pemerangkapan Partikel Polystyrene

Dr. Minarni, MSc, Drs. M.Rahmad, M.Si, Drs. Sugianto

Laboratorium Fisika Ekperimen, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Riau, Jl. HR Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293, Indonesia
Email:mshiddiq42@yahoo.com

ABSTRAK

Optical Tweezers (OT) adalah sebuah sistem optik digunakan untuk pemerangkapan dan pengaturan partikel. Diperkenalkan pada tahun 1986, saat ini penelitian OT berkembang pesat dan mempunyai aplikasi pada berbagai bidang ilmu. Partikel – partikel yang diperangkap bervariasi baik berupa atom, molekul, bakteri, dan DNA. Secara sederhana sebuah OT dibangun dengan sebuah berkas cahaya laser yang difokuskan ke sekumpulan partikel yang indeks biasnya lebih besar dari indeks bias medium sekelilingnya, laser yang digunakan mempunyai panjang gelombang disesuaikan dengan ukuran dan jenis partikel yang diperangkap. Pada penelitian ini, sebuah sistem Optical Tweezers dibangun menggunakan Laser Dioda 50 mW dengan Panjang Gelombang 830 nm. Partikel yang diperangkap adalah partikel Polystyrene berukuran 3 μm dan 10 μm . Lensa objektif 100x, NA 1.25 merk Edmund Optics digunakan untuk memfokuska cahaya laser ke kaca preparat yang berisi partikel. Mikroskop optikal merk Leybold dimodifikasi dan dibuat menjadi digital menggunakan Kamera CMOS Thorlabs dengan Lensa 35 mm. Pencitraan partikel dan fokus laser pada kaca preparat sangat baik. Pada sistem ini, karena fluktuasi arus dan suhu ruangan yang tidak stabil menyebabkan daya laser sebelum menuju lensa objektif hanya sebesar 23 mW. Partikel 3 μm dapat terperangkap dengan baik sementara partikel 10 μm membutuhkan daya laser yang lebih besar. Partikel-partikel yang tidak sepenuhnya mengalir atau terapung di dalam kaca preparat dan penampang berkas yang tidak sepenuhnya bulat menyebabkan Perangkap Optical tweezer yang tidak simetri sehingga gaya tarik pada partikel tidak begitu kuat.

Key words: Optical Tweezers, Dioda Laser, Optical Microscopy

RINGKASAN

Penjepit Cahaya (Optical Tweezers) telah menjadi sebuah alat yang mampu memerangkap dan mengatur partikel dari ukuran yang sangat kecil seperti DNA maupun ukuran yang besar seperti bakteri. Gaya cahaya (light force) yang diperoleh dari sebuah berkas cahaya laser yang difokuskan kepada kumpulan partikel dapat mengontrol posisi dan orientasi partikel-partikel tersebut. Optical Tweezers dapat digunakan dalam penelitian fisika atom untuk mempelajari sifat fisika partikel baik berupa atom atau molekul, gaya interaksi antara molekul dan fenomena-fenomena dasar dalam pemerangkapan menggunakan cahaya laser. Sementara itu, di bidang biologi dan fisika kesehatan, sistem ini dapat digunakan untuk mempelajari sifat-sifat organisme seperti bakteri, virus, dan DNA jika diberi perlakuan. Pada umumnya, eksperimen Optical Tweezers menggunakan laser dan peralatan optik yang mahal yang tidak terjangkau bagi sebuah laboratorium di universitas yang kecil terutama di Asia Tenggara. Akan tetapi, sebuah sistem Optical Tweezers sederhana dapat dibangun menggunakan laser dengan daya keluaran yang kecil dan sebuah mikroskop. Sistem ini dapat digunakan untuk eksperimen fisika atom atau fisika medis bagi mahasiswa jurusan fisika. Cahaya dari sebuah sistem laser yang panjang gelombangnya disesuaikan dengan ukuran dan jenis partikel yang diperangkap dikombinasikan dengan komponen-komponen optik, fotodiode dan kamera CCD beserta PC untuk merekam dan menganalisa gerak partikel yang diperangkap.

Pada penelitian ini, sebuah sistem Optical Tweezers telah didesain dan dibangun menggunakan Laser Dioda dengan panjang gelombang $\lambda = 830 \text{ nm}$ dan daya 50 mW maksimum. Partikel yang diperangkap adalah partikel polystyrene berukuran $3 \mu\text{m}$ dan $10 \mu\text{m}$. Pada Penelitian ini, sistem terdiri dari sebuah mikroskop analog merk Leybold yang dimodifikasi dimana bagian lensa okulernya dibuka sehingga cahaya laser bisa memasuki lensa objektif dan mengenai kaca preparat yang berisi partikel. Dengan dibukanya penyangga lensa okuler dan prisma yang ada pada mikroskop, sebuah kamera CMOS Thorlabs tipe DCC1545M dengan USB Interface beserta lensa kamera merk Thorlabs 35 m di susun menggunakan penyangga merk Thorlabs sehingga mikroskop tersebut berubah menjadi mikroskop digital. Kamera tersebut dihubungkan menggunakan kabel USB ke sebuah PC atau laptop. Pengambilan gambar/citra dari partikel dilakukan oleh program yang telah tersedia bersama kamera CMOS tersebut.

Sistem ini dilengkapi dengan komponen-komponen optik seperti lensa, cermin, pembagi cahaya (Hot Mirror), dan Infra Red Filter. Komponen-komponen ini dipasang pada pemegang (holder) yang dapat diatur tinggi rendahnya, kemudian holder-holder ini dipasang pada meja optik menggunakan mur khusus untuk meja optik, agar komponen-komponen optik tersebut mempunyai kedudukan yang stabil. Setelah menggunakan beberapa lensa planokonvek diperoleh bahwa untuk pembesaran berkas lebih dari 3 x digunakan lensa dengan titik fokus 30 mm dan 100 mm, ukuran berkas cahaya laser yang diperoleh cukup besar sehingga komponen optik dan cermin yang berukuran 1 inci atau 2,54 cm tidak terlampaui sehingga tidak ada daya yang hilang karena pemotongan berkas. Beberapa lensa dengan panjang fokus berbeda digunakan untuk memperbesar diameter cahaya laser yang digunakan, sementara beberapa cermin digunakan untuk memantulkan cahaya laser sehingga dapat melewati lensa objektif. Cermin – cermin yang digunakan mempunyai lapisan tipis (coating) dengan panjang gelombang yang sesuai dengan panjang gelombang cahaya laser yang dipantulkan (agar kehilangan daya/intensitas cahaya dapat diminimalkan). Pembagi cahaya (Hot Mirror) digunakan untuk memantulkan cahaya laser Infra Merah 830 nm ke lensa objektif dan meneruskan membagi cahaya yang datang, sementara filter digunakan untuk membatasi intensitas atau pemblokir panjang gelombang cahaya yang mengenai kamera CMOS (ND Filter, Interferensi Filter dan Color Filter).

Pada penelitian awal Optical tweezers, Partikel-partikel yang digunakan adalah partikel polystyrene, partikel ini tersedia dalam kemasan 5 mL yang berisi 1 % partikel (Phosporex, Inc). Untuk mendapatkan beberapa partikel saja, cairan tersebut diencerkan menggunakan aquades. Kemudian beberapa tetes campuran air dan partikel ditempatkan pada sebuah kaca preparat dan ditutupi dengan coverslip. Seberapa banyak partikel dalam beberapa tetes campuran (10 μ l) dapat dilihat menggunakan mikroskop yang sudah dilengkapi kamera Thorlabs. Agar cairan tidak menguap, sebelum coverslip ditempelkan, dua potong kecil *double selotip* yang memanjang ditempatkan dikiri dan kanan tetesan partikel kemudian kaca coverslip ditempelkan pada double selotip tersebut sehingga terbentuk kontainer (sel) berukuran 3 – 5 mm. Kedua bagian yang lainnya ditutupi selotip biasa. Partikel dalam air aquades disuntikkan lewat celah yang tersedia pada sel yang telah dibuat.

Tahap yang paling lama dan sulit adalah mengirim cahaya laser dengan benar ke belakang lensa objektif. Agar Optical Tweezers bekerja dengan baik, berkas laser harus

bulat, Gaussian yaitu distribusi intensitas cahaya menurut kurva Gaussian, kemudian Intensitas cahaya yang dihasilkan stabil. Karena laser diode yang digunakan mempunyai berkas yang eliptikal, digunakan sepasang anamorphic prism pair dimana cahaya laser dilewatkan pada susunan prisma tersebut. Sudut antara kedua prisma sangat penting agar berkas menjadi bulat. Dengan susunan prisma yang menghasilkan perbandingan 1:2, bekas laser kelihatan bulat, tetapi ketika dilihat pada layar monitor menggunakan kamera Thorlabs terlihat masih lintang sumbu x lebih besar dari sumbu y. Fluktuasi tegangan listrik PLN sangat besar, ini menyebabkan fluktuasi pada intensitas Cahaya laser. Fluktuasi ini menyebabkan titik focus cahaya laser mengenai kaca preparat berubah-ubah. Fluktuasi ini diatasi menggunakan Stabilizer tegangan. Sementara itu untuk menghindari tegangan pln yang padam seketika, powersupply laser diode dihubungkan ke sebuah Uninterrupted Power supply (UPS).

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa laser dioda yang digunakan beroperasi dengan baik dengan daya sebesar 23 m. Karena panjang gelombang laser adalah 830 nm, pengaturan berkas menuju lensa dan cermin sangat sulit dilakukan dengan mata. Pengaturan (alignment) dilakukan menggunakan kartu infra merah (infra red card). Jika dana memadai, Infra Red Viewer lebih baik digunakan karena kartu infra merah mempunyai respon yang lambat, dimana setelah mengenai cahaya laser, kartu berubah menjadi hitam.

Dari hasil Penelitian diperoleh bahwa sistem Optical Tweezers (OT) yang dibangun sudah dapat memerangkap partikel berukuran 3 μm , akan tetapi partikel tersebut setelah terperangkap dan dapat di pindahkan, partikel yang tidak dapat dipindahkan disebabkan karena partikel tersebut menempel pada dinding-dinding kaca preparat karena airnya mengering. Bentuk berkas masih perlu diperbaiki agar bentuk fokus pada kaca preparat simetri.

KATA PENGANTAR

Dengan Rahmat dan Hidayah Allah yang Maha Esa, Laporan Penelitian Hibah Kompetensi Tahun Kedua 2011 dengan judul “Pengembangan Sistem Penjepit Cahaya (Optical Tweezers) Sebagai Alat untuk Pemerangkapan dan Pengaturan Partikel” telah selesai dibuat. Penelitian dengan topik ini merupakan bagian dari rencana penelitian tiga tahun yang diusulkan oleh Peneliti untuk dibiayai DP2M dikti untuk scheme Hibah Kompetensi. Penelitian tahun pertama ini dilaksanakan oleh Tim Peneliti bersama 4 orang mahasiswa yang sedang mengerjakan tugas akhir/skripsi. Untuk tahun kedua, 2011, Penelitian di fokuskan pada optimalisasi sistem laser dioda yang digunakan dan membangun sistem Optical Tweezers sederhana serta mempelajari karakteristik sistem tersebut.

Tim Peneliti mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya pada DP2M yang telah mendanai penelitian ini dan memberikan kepercayaan pada Tim peneliti untuk melaksanakannya. Tim Peneliti juga mengucapkan terimakasih kepada 4 Mahasiswa Jurusan Fisika Universitas Riau; Zulfa, Ronald Fitrasani, Lukman, dan Dwiyana yang telah bekerja keras membantu penelitian ini sehingga dapat diselesaikan.

Semoga buku laporan penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian-penelitian di bidang ini.

Tim Peneliti
Oktober 2011

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK DAN RINGKASAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
Bab I. PENDAHULUAN	1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Tujuan Penelitian	3
I.3. Batasan Masalah	3
Bab II. LANDASAN TEORI	4
II.1. Laser	4
II.2. Laser Dioda	5
II.3. Penjepit Cahaya (Optical Tweezers).....	7
II.4. Komponen Optik.....	11
II.5. Kamera CCD dan CMOS	13
Bab III. Metode Penelitian	16
III.1. Skema Penelitian	16
III.2. Partikel Polystyrene	17
III.3. Prosedur Penelitian	18
BAB IV. Hasil dan Pembahasan.....	19
IV.1. Optimalisasi Pencitraan partikel.....	19
IV.2. Optimalisasi Periskop.....	20
IV.3. Optimalisasi Lensa Objektif	33
IV.4. Optimalisasi Laser Dioda.....	22
IV.5. Optimalisasi program/Software Pengambilan gambar/image partikel.....	23
IV.6. Optimalisasi pemokusn Cahaya dan Pemerangkapan Partikel.....	25
BAB V. Kesimpulan Dan Saran	26
V.1. Kesimpulan.....	26
V.2. Saran	26
Daftar Pustaka.....	27
Lampiran.....	29