

Fabrikasi Sensor Serat Optik dengan Struktur Taper

Nina S. Aminah^{1,a}, Putri H. Liani^{1,b}, R. Hidayat^{2,c}, Hendro^{1,d} and M. Djamal^{1,3,e}

¹ Fisika Teoritik Energi Tinggi dan Instrumentasi,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

²Laboratorium Fisika Magnetik Fotonik,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung,
Jl. Ganesha no. 10 Bandung, Indonesia, 40132

³Prodi Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sumatera,
Jl. Terusan Ryacudu, Desa Way Hui, Kecamatan Jati Agung, Lampung Selatan

^{a)} nina@fi.itb.ac.id (corresponding author)

^{b)} putri_hanifah12@yahoo.com

^{c)} rahmat@fi.itb.ac.id

^{d)} hendro@fi.itb.ac.id

^{e)} mitra@fi.itb.ac.id

Abstrak

Pada sensor serat optik berstruktur taper, geometri sensor menjadi parameter utama yang dapat mempengaruhi sensitivitas sensor. Fabrikasi sensor serat optik dengan struktur taper dilakukan dengan pemanasan menggunakan gas LPG dan oksigen sambil ditarik secara perlahan oleh tapering rig. Tapering rig terdiri dari sebuah pengendali motor stepper berbasis controller SMCI35 yang berfungsi untuk mengatur pergerakan stage. Struktur taper berdiameter 100nm dapat dihasilkan. Hasil eksperimen memperlihatkan keseragaman pada struktur taper yang dihasilkan oleh tapering rig.

Kata-kata kunci: sensor serat optik, surface plasmon resonance, tapered

PENDAHULUAN

Surface Plasmon Resonance (SPR) adalah fenomena optik yang banyak digunakan untuk deteksi biomolekul [1]. SPR terjadi pada bidang batas antara logam dengan dielektrik. *Surface plasmon resonance* merupakan kesesuaian resonansi antara komponen vektor gelombang sinar datang yang sejajar bidang batas dengan vektor gelombang SPP. Salah satu cara mengeksitasi SPR adalah menggunakan *Total Internal Reflection (TIR)* pada bidang batas dielektrik dan logam.

Salah satu aplikasi TIR yang paling banyak digunakan adalah transmisi cahaya dalam serat optik, yaitu pada bidang batas core-cladding[2]. Untuk menekan biaya, digunakan serat optik sebagai media SPR. Struktur taper diberikan untuk meningkatkan performa sensor.

Fiber taper banyak digunakan untuk berbagai macam aplikasi fotonik. Misalnya, penggunaan sensor serat optik menggunakan *fiber taper* yang cepat, sangat murah, sensitif dan memungkinkan deteksi biomolekul bebas label. Hal ini karena keunikan yang dimiliki *fiber taper* yang mencakup jumlah *loss* relatif rendah, medan *evanescent* yang kuat, *optical confinement* yang kuat, dan dispersi pandu gelombang yang terkendali.

Indeks bias yang besar dan kontras mampu menyediakan *confinement field* yang menjadikan *fiber taper* sangat cocok untuk aplikasi optik nonlinier [2].



Gambar 1. Struktur Taper

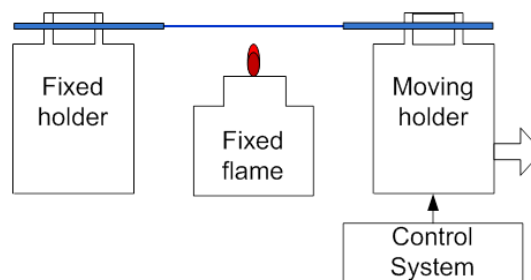
Fabrikasi *fiber taper* [4] telah dibuktikan dengan menggunakan berbagai teknik: ablasi laser, litografi berkas elektron, metode bottom-up yaitu teknik uap-cair-padat, dan teknik top-down seperti menarik serat atau menarik langsung dari bahan *bulk*. Di antara metode-metode tersebut, teknik pemanasan telah terbukti menjadi salah satu yang paling serbaguna, yang dapat membuat *fiber taper* dengan fisik yang baik [5]. Dalam disertasi ini, fabrikasi *fiber taper* ditunjukkan menggunakan pemanasan dengan bantuan *fiber tapering rig*. *Fiber tapering rig* menggunakan mikrokontroler dan stepper motor. Dengan sistem yang lebih baik, masalah ketidakteraturan *fiber taper* dapat dikurangi secara dramatis.

Pada penelitian ini akan dirancang sebuah *fiber tapering rig* agar dapat menghasilkan *fiber taper* dengan bentuk dan ukuran seragam. *Fiber* yang digunakan ini adalah *fiber multimode* buatan Ocean Optics dengan diameter $600\mu\text{m}$. Oleh karena itu desain *fiber tapering rig* disesuaikan dengan ukuran *fiber* dan spesifikasi komponen yang terdapat di pasaran lokal.

METODE PENELITIAN

Tapering rig terdiri dari sebuah pengendali motor stepper berbasis *controller* SMCI35 yang berfungsi untuk mengatur pergerakan *stage*. Terdapat dua buah holder di *stage*. *Holder* pertama berada pada posisi tetap. *Holder* kedua posisinya dapat dikendalikan oleh *controller*. Sebuah motor stepper S1404 ter-*coupled* dengan *holder* kedua. Dengan mengatur arah gerak motor stepper, posisi *holder* berubah. CW (*clock wise*) untuk bergerak mundur dan CCW (*counter clock wise*) untuk bergerak maju.

Saat *holder* kedua bergerak, dilakukan pemanasan dengan menggunakan gas LPG yang dicampur oleh oksigen. Pemanasan dilakukan pada posisi tetap dengan temperatur tetap pula.

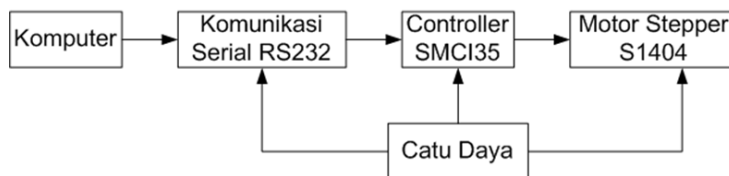


Gambar 2. Desain perangkat keras

Motor stepper yang digunakan mempunyai spesifikasi sebagai berikut:

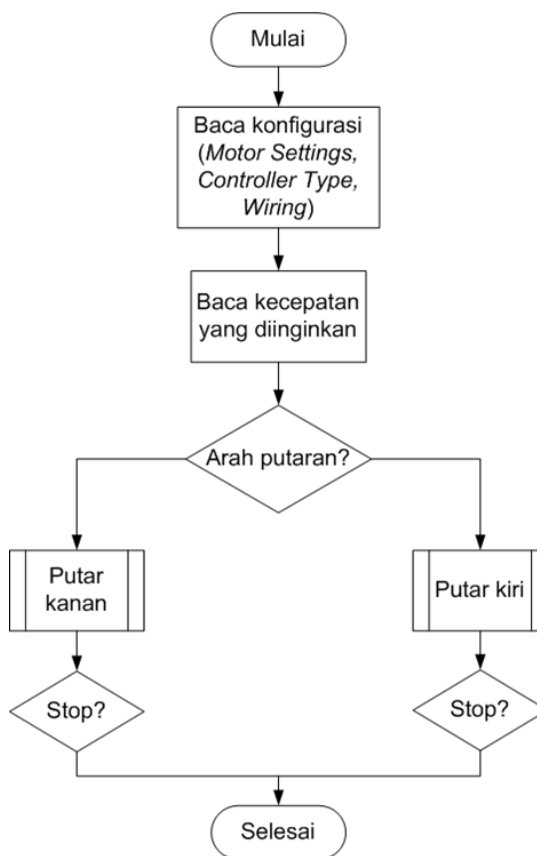
- Sudut pergerakan 1 step/1 langkah = 1.8 derajat.
- Tegangan kerja 5.6 Vdc.
- Arus maksimum 1.4 A.

Instruksi untuk menjalankan motor stepper dikirimkan Menggunakan komunikasi serial RS232 (Pengaturan arah CW dan CCW serta kecepatan).



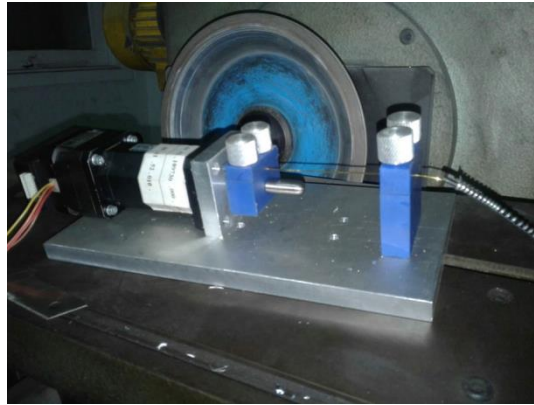
Gambar 3. Skema rangkaian

Antarmuka pengguna menggunakan NanoPro 1.70. Diagram alir program utama dapat dilihat pada Gambar 4. Untuk mengatur pergerakan *holder* secara otomatis dengan cara mengendalikan motor stepper, dimulai dengan memberikan nilai arah gerak dan kecepatan. Proses dilanjutkan dengan membaca nilai dan kemudian diolah menjadi sinyal kontrol. Sinyal kontrol tersebut akan mengendalikan motor stepper untuk bergerak menarik fiber dengan kecepatan tetap sambil dilakukan pemanasan, sehingga struktur taper dapat tercapai sesuai bentuk yang diinginkan.



Gambar 4. Diagram alir program utama

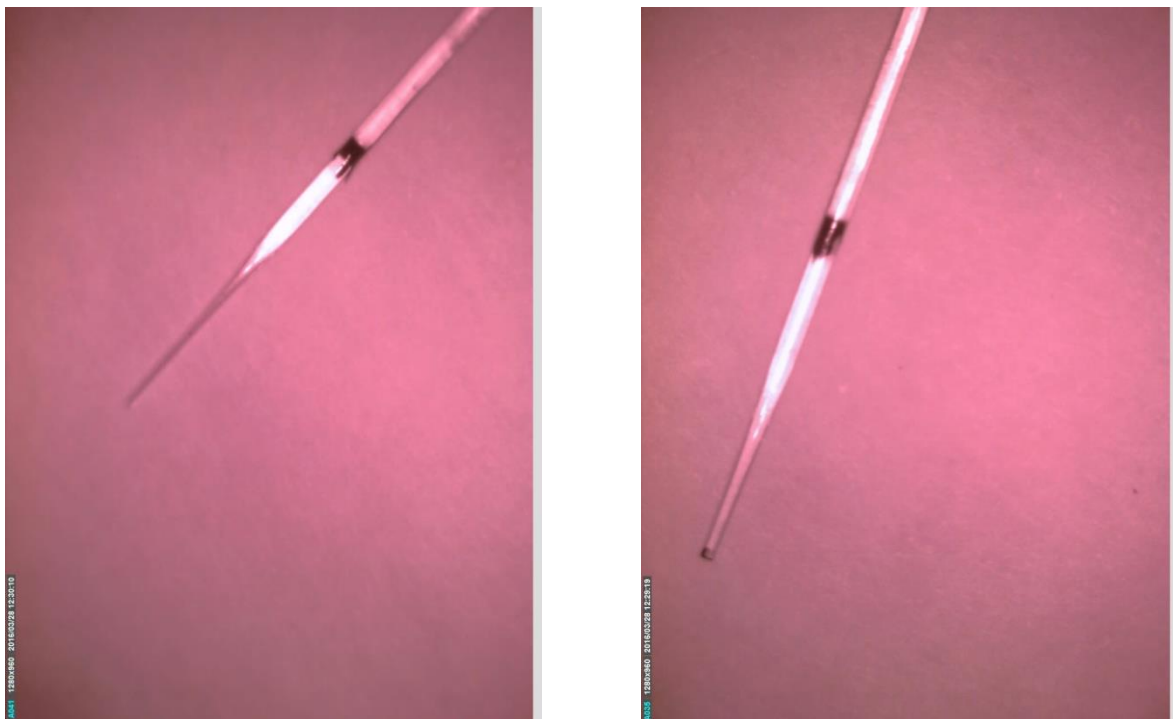
Program utama dimulai dengan inialisasi awal untuk masing-masing port dan register. Setelah inialisasi, program akan ke menu utama yang berfungsi sebagai default. Pada menu utama akan menampilkan konfigurasi sistem. Pada program berikutnya adalah memasukkan setting motor, *controller*, dan *wiring* sesuai dengan yang dipergunakan. Nilai kecepatan diperoleh dengan cara trial and error.



Gambar 5. Realisasi fiber *tapering rig*

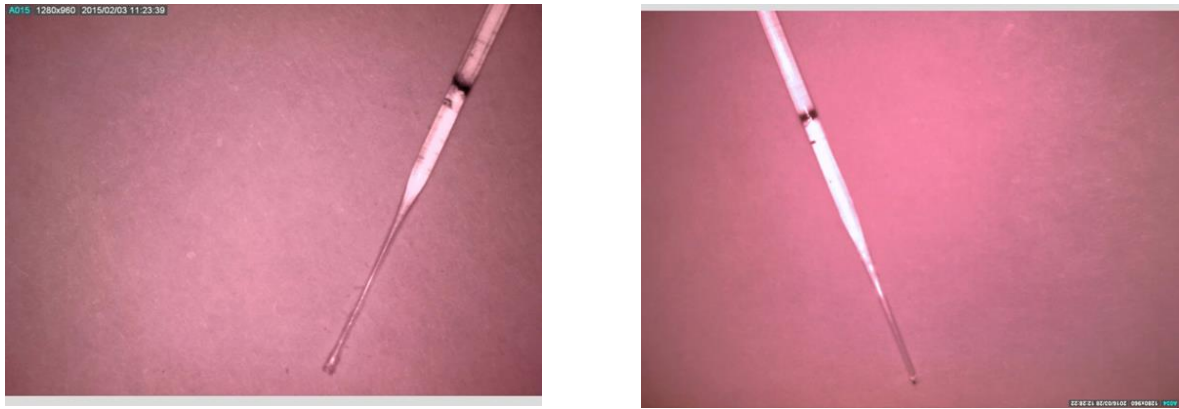
HASIL DAN DISKUSI

Gambar 6. menunjukkan struktur taper yang dihasilkan dengan metode konvensional biasa, yaitu dipanaskan hingga mencapai titik leleh dan ditarik manual dengan menggunakan gelas yang memiliki titik leleh lebih tinggi. Dengan menggunakan mikroskop Dino Lite 2.0 dengan perbesaran 20 kali terlihat struktur taper yang tidak seragam.



Gambar 6. Struktur taper dengan metode konvensional

Gambar 7, menunjukkan struktur taper yang dihasilkan dengan menggunakan fiber *tapering rig*. Dengan menggunakan mikroskop Dino Lite 2.0 dengan perbesaran 20 kali terlihat struktur linier taper yang seragam dengan kemiringan taper yang sama yaitu 9 derajat.



Gambar 7. Struktur taper dengan fiber *tapering rig*

KESIMPULAN

Sistem *tapering rig* yang dirancang menunjukkan bahwa *controller* SMCI35 dapat menggerakkan motor stepper S1404, mengatur arah (CW dan CCW) serta kecepatannya. Struktur taper pada serat optik yang dihasilkan menggunakan sistem *tapering rig* ini memiliki ukuran serta bentuk yang seragam. *Unicone* taper yang dihasilkan dapat memiliki diameter hingga 100 μ m.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada Hilman Safari, ST di Lembaga Elektronika Nasional dan Mudi di Laboratorium Gelas ITB atas kontribusi dalam penelitian ini.

REFERENSI

1. J. Homola, *Surface Plasmon Resonance Based Sensors*, Berlin : Springer-Verlag Heidelberg, 2006.
2. Fang, Z., Chin, K. K., Qu, R. and Cai, H., *Fundamentals of Optical Fiber Sensors*, Wiley, New Jersey, 395-426, (2012).
3. Gupta BD, Singh CD, Sharma A; *Fiber optic evanescent field absorption sensor: effect of launching condition and the geometry of the sensing region*. Opt. Eng. 0001;33(6):1864-1868.
4. G. Kakarantzas, L. Prill-Sempere and P. St.J. Russell, *Up-tapering of Optical Fibers Using a Conventional Flame Tapering Rig*, Conference: Lasers and Electro-Optics, 2007. CLEO 2007.
5. S. W. Harun, K. S. Lim, C. K. Tio, K. Dimiyati, and H. Ahmad, *Theoretical analysis and fabrication of tapered fiber*, Optik, vol. 124, no. 6, pp. 538–543, 2013.I.