

PENGEMBANGAN PENGUKURAN POLA MEDAN DEKAT *ENDLESSLY SINGLE-MODE PHOTONIC CRYSTAL FIBER*

Julinda Pangaribuan ¹⁾, Henri Uranus ²⁾, Lina Cahyadi ³⁾, Junita ⁴⁾ dan Yoseph Subono ⁵⁾

^{1,2,4,5)} Jurusan Teknik Elektro, Universitas Pelita Harapan

³⁾ Jurusan Matematika, Universitas Pelita Harapan

UPH Tower, Lippo Village Karawaci, Tangerang 15811

e-mail: julinda.pangaribuan@uph.edu

Abstrak. Photonic Crystal Fiber (PCF) tipe LMA-15 diketahui sebagai PCF single-mode yang secara komersial mudah didapat. Tulisan ini melaporkan tentang pengembangan tatacara pengukuran pola medan dekat yang ditimbulkan. Studi teoritis yang telah dilakukan sebelumnya telah memprediksi moda-moda tinggi seperti TE₀₁, TM₀₁, dan HE₂₁ dapat dilewatkan melalui fiber ini dengan loss yang rendah. Hasil penelitian dengan menggunakan fiber sepanjang satu meter diperoleh bahwa tidak hanya moda fundamental yang dapat diamati pola medan dekatnya. Penelitian ini menggunakan fiber dengan ukuran panjang 9 meter dan peralatan yang sederhana seperti kamera mirrorless, mikroskop dan tanpa menggunakan meja optik untuk melihat profil intensitas moda pada photonic crystal fiber LMA-15 tersebut.

Kata kunci: photonic crystal fiber, single-mode, pengukuran pola medan dekat.

1. Pendahuluan

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran pola medan dekat dari *endlessly single mode photonic crystal fiber*. Photonic Crystal Fiber (PCF) merupakan serat optik yang memiliki *cladding* berupa struktur mikro, terdiri dari susunan lubang-lubang yang teratur sepanjang seratnya. Struktur seperti ini mirip kristal fotonik dua dimensi yang jika dirancang dengan baik, dapat menjebak dan memandu cahaya di sepanjang inti, walaupun tidak semua PCF bekerja berdasarkan konsep kristal fotonik. Karena kemampuan untuk memandu cahaya ini sekarang PCF diaplikasikan dalam komunikasi serat optik[1], devais non-linier[2], *high-power transmission*[3], sensor *highly sensitive gas*[4], dan lain-lain.

Pola medan dekat atau *near field pattern* merupakan pola distribusi medan elektromagnetik dari radiasi gelombang elektromagnetik yang diukur di dekat ujung keluaran dari antenna, laser, LED, *cavity*, rangkaian optik [5-8], dan lain-lain. Pola medan dekat bisa diukur dengan menggunakan probe sensor yang didekatkan ke sumber dan dilakukan *scanning* secara mekanik [6,7], atau dilakukan pemindai citra (*imaging*) dengan sistem lensa [8-10]. Set-up pengukuran pola medan dekat biasanya dilakukan di meja optik dengan set-up secara horizontal. Set-up ini membutuhkan perangkat presisi yang mahal seperti *micropositioner* dan meja optik. Namun pada penelitian kali ini, dapat dilaksanakan dengan menggunakan teknik *microphotography*.

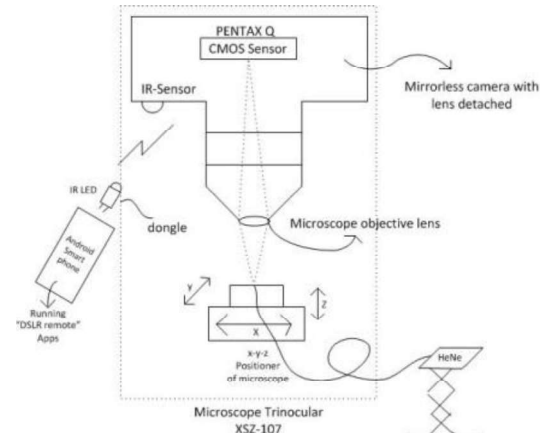
Microphotography merupakan teknik fotografi untuk menangkap citra objek ukuran mikro. Dibutuhkan pengaturan lensa dan kamera yang sesuai untuk menangkap citra objek. Dalam penelitian ini digunakan mikroskop trinokular murah model XSZ-107, dan kamera Pentax Q. Pada mikroskop, sensor yang akan menangkap citra dipasang di bagian atas dengan menggunakan kamera yang dilepas lensanya, sedangkan objek yang akan diambil citranya ditempatkan di meja preparat yang terdapat di bawah lensa objektif. Lensa objektif yang digunakan adalah lensa dengan perbesaran 40 kali dan 100 kali. Perbesaran lensa objektif akan berpengaruh pada citra yang dihasilkan. Teknik *microphotography* membutuhkan keahlian fotografer dalam memilih setelan kamera yang optimal agar didapatkan citra yang detail dan jelas.

2. Pembahasan

Photonic Crystal Fiber (PCF) jenis LMA-15 oleh pabrik yang memproduksinya dinyatakan sebagai serat optik *endlessly singlemode* [12]. Kajian teoritis menunjukkan bahwa PCF komersial ini bersifat *multimode* [11] bahkan untuk fiber yang cukup panjang. Dengan menggunakan mikroskop dan kamera

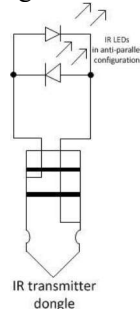
yang tepat, pola medan dekat fiber diukur untuk melihat pola distribusi medan elektromagnetik dari moda-moda yang dipandu oleh PCF ini.

Perancangan sistem menggunakan kamera tanpa lensa (*mirrorless*) Pentax Q yang merupakan jenis kamera dengan lensa yang dapat diganti (*interchangeable lens*). Kamera ini memiliki ukuran sensor 1/2,3". Sensor kamera Pentax ini adalah jenis sensor CMOS yang memiliki kecepatan yang lebih baik dari sensor jenis CCD. Set-up pengukuran dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Set-up pengukuran dengan kamera tanpa lensa

Pada proses pengambilan gambar, agar tidak terjadi gerakan yang bisa menyebabkan gambar yang buram akibat bergesernya posisi bayangan dari bidang sensor, kamera dioperasikan tanpa menyentuh tombol *shutter*. Dibutuhkan sebuah *remote control* yang memungkinkan kamera menangkap citra secara non-kontak. *Microphotography* ini memakai bantuan *software android DSLR Remote* yang dapat diunduh secara gratis di *Google Play* pada ponsel *Android*. *Software* ini membutuhkan bantuan LED inframerah untuk dapat mengirimkan sinyal inframerah sebagai *trigger shutter* seperti ditampilkan pada Gambar 2. Rangkaian *transmitter* tersebut berupa dua buah LED inframerah yang dipasang paralel dalam arah berlawanan (*anti-paralel*) untuk menerima sinyal *drive AC* yang dikirimkan melalui *jack* keluaran *audio* dari telepon selular [13]. LED yang terpasang pada *jack audio* dipasang berlawanan arah agar bisa bekerja tanpa rusak untuk sinyal *drive AC*, di mana suatu LED akan melindungi LED pasangannya dari tegangan *reverse* yang berlebihan.



Gambar 2. Rangkaian dongle *infrared transmitter* yang disambungkan ke *jack audio* dari telepon selular

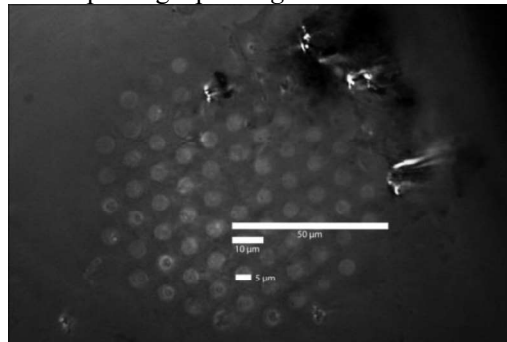
Pemotretan pola medan dekat dengan metode *microphotography* sangat rentan terhadap *motion blur* (buram karena adanya gerakan) dan *focal blur* (buram karena tidak fokus). Cara mengatasi masalah *motion blur* adalah dengan menggunakan teknik pemotretan dengan *remote control*. Untuk *focal blur* diatasi dengan memfokuskan lensa objektif dengan mengubah posisi ujung fiber dengan akurat. Untuk itu telah didesain dan dikonstruksi perangkat *fiber holder and aligner* sederhana untuk eksitasi cahaya laser ke dalam fiber PCF (Gambar 3). Fiber bisa digerakkan ke kiri dan ke kanan, dan juga ke atas dan ke bawah dengan menggunakan *aligner* ini.



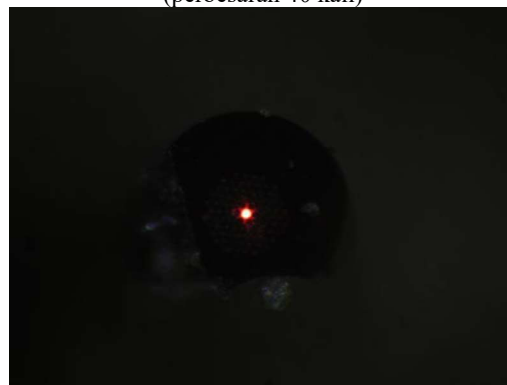
Gambar 3. Fiber holder and aligner sederhana

Pada Gambar 4, dapat dilihat pola lubang-lubang (*holes*) dari *photonic crystal fiber* dengan menggunakan cahaya lampu LED untuk menyorot fiber. Lubang-lubang tersebut memiliki diameter $5\mu\text{m}$, sesuai dengan spesifikasi yang dipublikasi oleh pabrik. Pola medan dekat *photonic crystal fiber* dipotret menggunakan sistem *microphotography* pada ruang gelap. Penggunaan ruang gelap adalah untuk membantu memperjelas pola medan dekat yang ditangkap oleh sensor kamera.

Gambar 5 memperlihatkan hasil tangkapan pola medan dekat dari PCF sepanjang 9m yang memperlihatkan dominasi dari moda fundamental. Sekalipun fiber tersebut secara teoritis bermoda jamak [11], namun penulis belum berhasil mengamati munculnya moda tinggi karena sulitnya eksitasi eksklusif moda dengan keterbatasan perlengkapan *alignment* antara laser dan ujung masukan fiber.



Gambar 4. Hasil pemotretan ujung *photonic crystal fiber* setelah dikupas dan dipotong (perbesaran 40 kali)



Gambar 5. Hasil pemotretan pola medan dekat di ujung *photonic crystal fiber* (perbesaran 40 kali)

3. Simpulan

Telah dilaporkan teknik pengukuran distribusi intensitas pola medan dekat dari *photonic crystal fiber* dengan menggunakan *set-up microphotography* yang dibangun dari mikroskop model XSZ-107 dan kamera *mirrorless interchangeable lens* merek Pentax seri Q komersial. Set-up ini relatif lebih murah

dibanding set-up yang dilaporkan peneliti sebelumnya, namun resolusi citra yang didapat masih relatif tinggi. Dengan set-up ini juga telah diperoleh citra dari ujung PCF tipe LMA-15 dengan ukuran core 15 μ m dengan panjang sembilan meter.

Ucapan Terima Kasih

Makalah ini merupakan hasil penelitian yang didanai oleh Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Pelita Harapan dengan nomor P-007-FaST/XII/2013.

Daftar Pustaka

- [1]. K. Mukasa, K. Imamura, M. Takahashi, T. Yagi, "Development of Novel Fibers for Telecoms Application", *Opt. Fiber Technol.*, Vol. 16, 2010, pp. 367-377.
- [2]. J. K. Ranka, R. S. Windeler, A. J. Stentz, "Visible Continuum Generation in Air-Silica Microstructure Optical Fibers with Anomalous Dispersion at 800 nm," *Opt. Letters*, Vol. 25, No. 1, 2000, pp. 25-27.
- [3]. S. O. Konorov, et al, "Laser Breakdown with Millijoule Trains of Picosecond Pulses Transmitted Through a Hollow-Core Photonic Crystal Fibre," *J. Phys. D: Appl. Phys.*, Vol. 36, 2003, pp. 1-7.
- [4]. T. Ritari, J. Tuominen, H. Ludvigsen, J. C. Petersen, T. Sørensen, T. P. Hansen, H. R. Simonsen, "Gas Sensing Using Air-Guiding Photonic Bandgap Fibers," *Opt. Express*, Vol. 12, No. 17, 2004, pp. 4080-4087.
- [5]. C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*. New Jersey: John Wiley and Sons, Inc., 2005, pp. 34-36
- [6]. K. Hoshino, L. J. Rozanski, D. A. van den Bout, and X. Zhang, "Near-field Scanning Optical Microscopy with Monolithic Silicon Light Emitting Diode on Probe Tip," *Appl. Phys. Lett.*, Vol. 92, 2008, pp. 131106.1 - 131106.3.
- [7]. W.C. L. Hopman, A.J. F. Hollink, and R. M. de Ridder, "Nano-Mechanical Tuning and Imaging of a Photonic Crystal Micro-cavity Resonance," *Opt. Express*, Vol. 14, No. 19, 2006, pp. 8745-8752.
- [8]. H. P. Uranus, F. Agnes WCT, J. E Batubara, R. Wigayatri, Muljono, H. Zain, "Characterisation of Proton Exchanged LiNbO₃ Planar Waveguides using Nearfield Imaging," *Proc. The Third Workshop Electro Communication and Information (WECI-III)*, Bandung, 3-4 Mar. 1999, pp. 4.5-4.8.
- [9]. Yusmanto W, H. P. Uranus, "Pengukuran Karakteristik Serat Optik Melalui Pengukuran Pola Medan Jauh dan Pola Medan Dekat," *Proc. Seminar Nasional Optoelektronika*, Jakarta, 1997, pp. 118-127.
- [10]. S. E. Diwa, H. P. Uranus, J. Pangaribuan, "Pembangunan Sistem Penangkapan Pola Medan Dekat Serat Optik Dengan Kamera Digital Mirrorless," *Proc. Konferensi Nasional Forum Pendidikan Tinggi Teknik Elektro Indonesia (FORTEI) 2012*, Depok, 20-22 Sept. 2012, pp. 12-16.
- [11]. H. P. Uranus, "Theoretical Study on the Multimodeness of a Commercial Endlessly Single-mode PCF," *Opt. Commun.*, Vol. 283, No. 23, 2010, pp. 4649-4654.
- [12]. F-SM15_Datasheet. Available: <http://assets.newport.com>
- [13]. DSLR Remote. Available: <http://bitshift.bi.funpic.de>