

Filter spasial optik tersusun atas cone reflector dan pinhole untuk menekan efek beam wander dan spatial noise pada sisi penerima komunikasi FSO = The optical spatial filter composed of cone reflector and pinhole to suppress effects of beam wander and spatial noise on the receiver of FSO communications

Ucuk Darusalam, author

Deskripsi Lengkap: <https://lib.ui.ac.id/detail?id=20416082&lokasi=lokal>

Abstrak

Atmospheric turbulence is the major problem in FSO communications where beam wander and spatial noise modulation into optical propagation can cause severe problems result in performance degradation. Beam wander and spatial noise leads to fluctuations in signal intensity and maximum reception of noise on photodetector.

Generally, spatial-diversity, time-diversity, cooperative diversity, photo sensor design, optical amplification, and adaptive optics are used to solve those problems. Commonly, those aforementioned methods implement direct- or fiber-detection to retrieve an optical signal. Since direct-detection (DD) probes directly the optical propagation, fluctuation of signal intensity, noise, and deteriorated of signal spectral are received by photodetector in maximum. Meanwhile, there is an opportunity of optical method which is OSF (optical spatial filter) to be implemented in the receiver plane. In this work, OSF is proposed as a detection method in order to enhance the performance of FSO.

OSF which is based on pinhole can suppress fluctuation of signal intensity and noise reception by photodetector through localization of spatial noise in narrow region at focus spot. OSF is implemented on FSO full-duplex transmission at 1.55 μm ; while optical propagation is designed at an atmospheric chamber, box of turbulence simulator (BTS). In comparison to DD, OSF can suppress fluctuation of signal intensity significantly. The range of beam wander angle that can be received is 14° ; 28° ; where through calculation OSF can be implemented for propagation path of $0 \leq 2.25 \text{ km}$.

Hence, the performance of FSO increases than in DD. OSF with pinhole diameter produce $P_1 = 19$; $P_2 = 38$; dan $P_3 = 10$. However, this method cannot solve beam wander effect especially for larger deflection angle of focus spot.

Regarding this problem, OSF method which consists of pinhole and cone reflector is proposed to suppress beam wander and spatial noise simultaneously. In conceptually, the OSF localizes the acquisition of focus spot in narrow region while random displacement of focus spot around the optical axis is collected on this region as well. This method gives benefit in suppressing fluctuation of signal intensity with minimum noise and also minimum of noise modulation in received signal spectral. Thus, fluctuation in signal intensity can

be suppressed optimally. Pinhole governs Fresnel diffraction on focus spot of receiver lens. Cone reflector provides directed reflectance onto pinhole for random of focus spot displacement due to larger angle of beam wander.

Thus, signal intensity fluctuation can be suppressed in narrow region. The experiment uses FSO of full-duplex transmission at 1.55 μm ; also optical propagation in BTS as well. In comparison to DD, the OSF enhances received signal power in turbulence media. The range of beam wander angle that can be received by OSF is 14° ; 38° ; where FSO can be expanded longer at $0 - 4.25 \text{ km}$.

The OSF with the pinhole diameter $d_p = 20.0 \mu\text{m}$; and cone reflector diameter $d_c = 1.5 \text{ cm}$; produces signal power $P_r = 15.3 \text{ mW}$. Thus, the performance of FSO enhances under influenced of turbulent medium in BTS, where BER increases at 4.2 dB and BER decreases at 10-12. From the measurement of spectrum, OSF produced minimum of noise modulation in signal spectral than direct-detection method does. Based on the aforementioned results, OSF can be implemented as a detection method in order to enhance the performance of FSO that is generally implement DD to retrieve signal directly without an optical treatment beforehand.

<hr>

Efek turbulensi atmosfer merupakan salah satu kendala utama dalam sistem penerimaan free-space optical (FSO) communications. Efek turbulensi tersebut adalah beam wander dan spatial noise yang dimodulasikan oleh atmosfer pada propagasi optik.

Hal tersebut mengakibatkan fluktuasi intensitas sinyal, penerimaan noise, dan modulasi noise pada signal spectral yang maksimal pada penerimaan oleh fotodetektor yang pada akhirnya berdampak pada penurunan performansi FSO. Metode-metode yang pada umumnya digunakan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah spatial-diversity, time-diversity, cooperative diversity, photo sensor design, optical amplification, dan adaptive optics. Metode-metode tersebut menerapkan metode penerimaan directdetection (DD), yakni penerimaan propagasi optik secara langsung oleh fotodetektor.

Metode DD memiliki kelemahan dalam fluktuasi intensitas sinyal dan noise yang maksimal. Sementara, metode optik yakni OSF (optical spatial filter) dapat diterapkan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Untuk itu dalam penelitian ini diusulkan metode penerimaan OSF dengan menggunakan elemen optik yakni pinhole dan kombinasi antara cone reflector dan pinhole.

OSF yang berbasis pinhole dapat menekan fluktuasi intensitas sinyal dan pembatasan penerimaan noise pada fotodetektor melalui lokalisasi variasi spatial noise pada focus spot. OSF berbasis pinhole diimplementasikan pada FSO full-duplex transmission pada panjang gelombang 1,55 μm ; dan media propagasi turbulen yang dirancang dalam box of turbulence simulator (BTS). Metode tersebut berhasil menekan fluktuasi intensitas sinyal secara signifikan dibandingkan dengan metode DD. OSF

tersebut berhasil menekan sudut beam wander pada rentang 14° - 28° , dimana pada sudut tersebut, secara perhitungan FSO dapat diekspansi untuk jarak propagasi optik sebesar $0 - 2,25$ km. Serta performansi FSO dapat ditingkatkan yakni untuk diameter pinhole $= 20$ mm; diperoleh harga daya sinyal $P_1 = 19$ dBm, peningkatan $SNR = 38$ dB; dan $BER = 10^{-11}$. Namun demikian metode tersebut belum dapat mengatasi permasalahan beam wander terutama untuk sudut defleksi focus spot yang besar.

Untuk itu OSF berbasis cone reflector dan pinhole diusulkan sebagai metode penerimaan untuk menekan beam wander dan spatial noise secara simultan. OSF melokalisasi daerah akuisisi dari focus spot dalam area yang sempit sementara pergerakan random beam wander di sekitar sumbu optik utama dikumpulkan dalam area tersebut. OSF memberikan keuntungan dalam penekanan fluktuasi intensitas sinyal dan noise secara optimal. Pinhole memberlakukan difraksi Fresnel pada focus spot untuk melokalisir spatial noise, yakni pergerakan random dari hot spot. Cone reflector berfungsi untuk mengumpulkan dan memusatkan sudut-sudut beam wander yang besar dan random untuk direfleksikan ke dalam diameter pinhole. Dengan integrasi operasi pinhole dan cone reflector tersebut, fluktuasi intensitas sinyal dapat ditekan dalam area yang sempit. Eksperimen menggunakan FSO of full-duplex transmission $1,55 \mu\text{m}$. Propagasi optik juga dirancang berinteraksi dengan medium turbulen BTS.

Hasil eksperimen menunjukkan bahwa metode OSF menghasilkan performansi yang unggul daripada metode DD. Rentang sudut beam wander yang dapat diterima oleh OSF ditingkatkan yakni 14° - 38° ; dimana secara perhitungan pada rentang sudut tersebut FSO dapat diekspansi untuk implementasi jarak propagasi optik pada $0 - 4,25$ km. OSF dengan diameter pinhole $DP = 20,0$ mm dan diameter cone reflector $DC = 1,5$ mm menghasilkan daya sinyal P_1 sebesar $15,3$ dBm, peningkatan $SNR = 4,2$ dB, dan penurunan orde BER pada 10^{-12} .

Hasil pengukuran spektrum menunjukkan bahwa OSF berbasis cone reflector dan pinhole menghasilkan signal spectral yang minimum terhadap modulasi noise dibandingkan dari DD. Sehingga, mengacu pada hasil-hasil tersebut diatas OSF dapat diimplementasikan sebagai metode penerimaan sinyal untuk meningkatkan performansi DD yang pada umumnya digunakan sebagai metode deteksi sinyal tanpa ada perlakuan optik awal sebelum fotodetektor