

PERANCANGAN RADIO OVER FIBER PADA JARINGAN KOMUNIKASI AIR TRAFFIC CONTROL

Aditya Kurniawan¹⁾, Aulia Mauldina Kusumawardani²⁾,
Retno Tri Cahyanti³⁾, Zulfikar Sandy⁴⁾, Erna S Sugesti⁵⁾

^{1,2,3,4,5)}Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom
Jl. Telekomunikasi no.1, Terusan Buah Batu, Bandung
Email : zulfikarsandy@student.telkomuniversity.ac.id

Abstrak. Transportasi udara merupakan transportasi yang memiliki sistem keamanan yang tinggi dari transportasi lainnya. Hal ini karena dari pesawat lepas landas hingga mendarat di tujuan akan selalu dipantau oleh Air Traffic Control (ATC). Untuk itu diperlukan jaringan komunikasi yang memiliki nilai error yang sekecil mungkin. Mayoritas bandara di Indonesia masih menggunakan sistem komunikasi antar ATC dan pesawat masih menggunakan sistem radio yang menggunakan kabel tembaga yang memiliki nilai loss yang tinggi dan mudah terpengaruh interferensi yang akan berpengaruh pada nilai BER sistem. Untuk mengatasi masalah tersebut digunakan kabel serat optik yang memiliki nilai loss yang lebih kecil, tahan terhadap interferensi gelombang radio, dan nilai BER yang kecil. Teknologi optik yang dapat memodulasi sinyal radio adalah Radio over Fiber (RoF). Dalam melakukan penggabungan beberapa frekuensi subcarrier dapat digunakan teknologi Subcarrier Multiplexing (SCM) untuk mengingkat efisiensi bandwidth. Selain itu untuk mencegah terputusnya komunikasi antar ATC dan pesawat maka diperlukannya sistem backup. Sistem backup yang digunakan pada simulasi ini membedakan jalur komunikasi menjadi dua yaitu east dan west. Dari hasil simulasi didapatkan nilai BER tertinggi ketika semua jalur on dengan nilai 7.082×10^{-36} .

Kata kunci : Radio over Fiber, Air traffic control (ATC), Subcarrier Multiplexing

1. Pendahuluan

Dewasa ini, transportasi udara merupakan alternatif pilihan untuk perjalanan domestik maupun internasional. Terlebih untuk bandara Husein Sastranegara yang berada di Bandung, Jawa Barat. Hal ini dibuktikan dengan meningkatnya trafik penumpang pada tahun 2013 mencapai 2,46 juta penumpang dan hingga tahun 2017 ditargetkan mencapai 4 juta penumpang[1]. Oleh karena itu daya dukung bandara harus benar-benar ditingkatkan salah satunya pada sistem komunikasi yang berada di Air Traffic Control (ATC). Selain hal tersebut, transportasi udara merupakan transportasi paling aman dari jenis transportasi yang lainnya, karena selama penerbangan pesawat selalu dipantau oleh ATC secara *real time*. Oleh karena itu, dibutuhkan jaringan komunikasi yang memiliki *bit error* yang sangat kecil dan dapat mengirimkan data secara cepat. Salah satu sistem komunikasi yang memiliki keunggulan dalam pengiriman data yang cepat yaitu menggunakan media serat optik.

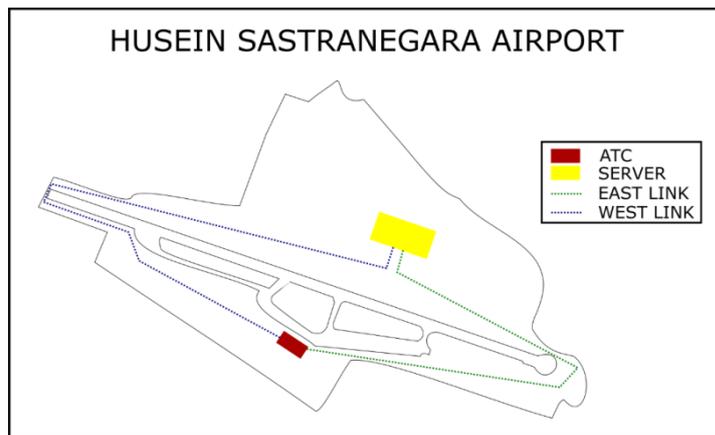
Jaringan komunikasi serat optik yang dapat diaplikasikan pada ATC adalah *Radio over Fiber* (RoF). RoF merupakan komunikasi serat optik yang memodulasi sinyal radio kedalam sinyal optik, menggabungkan sistem komunikasi radio yang fleksibel serta sistem komunikasi optik yang handal akan memenuhi kebutuhan sistem komunikasi yang memberikan kecepatan akses yang tinggi[2]. RoF membutuhkan suatu teknik multiplexing yang dapat dihasilkan nilai *bandwidth* yang efisien sehingga mendukung layanan data multimedia dan sistem komunikasi *long-haul*, oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan *Subcarrier Multiplexing* (SCM). SCM merupakan teknik yang dapat *multiplexing* beberapa sinyal dalam domain radio frekuensi dan ditransmisikan pada satu panjang gelombang[2].

Pada penelitian [2], meneliti tentang performansi SCM/WDM *radio over fiber* dengan arsitektur PON menggunakan M-ary PSK. Dalam penelitian ini dihasilkan hubungan antara jarak jangkauan dengan *split ratio*, dimana semakin jauh jarak jangkauan transmisi maka *split ratio* -nya akan semakin kecil. Semakin kecil *split ratio* maka semakin besar nilai *minimum required power sistem*. Sehingga pada penelitian ini, digunakan *Radio Over Fiber* dengan teknik multiplexing SCM untuk diterapkan pada komunikasi *Air traffic Control* yang berada di Bandara Husein Sastranegara, Bandung.

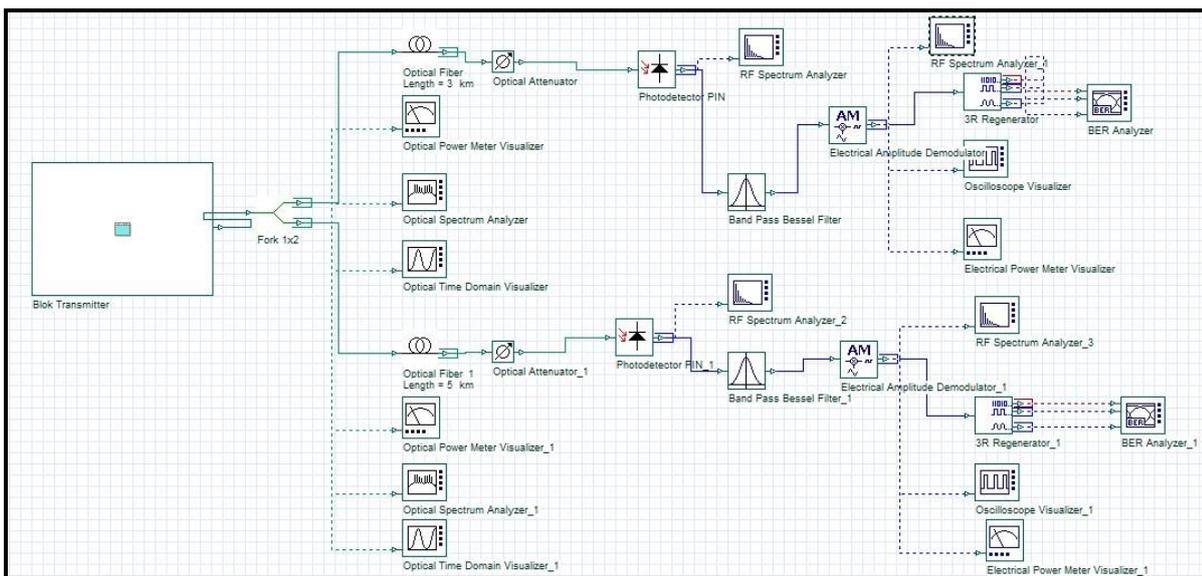
2. Pembahasan

2.1. Perancangan

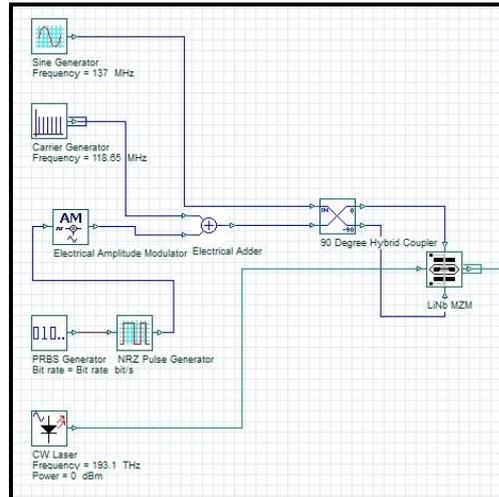
Pada simulasi ini pemodelan sistem menggunakan Bandar Udara Internasional Husein Sastranegara sebagai lokasi yang akan diterapkannya jaringan komunikasi *Radio over Fiber* pada *Air Traffic Control* pada jalur komunikasi dari ATC menuju pilot. Akan digunakan dua jalur RoF pada sisi *east* dan *west* sebagai sistem *backup* dan pendukung komunikasi dengan kualitas BER yang baik. Perbedaan antara jalur *east* dan *west* ini terletak pada panjang lintasannya. Spesifikasi yang digunakan akan mengikuti spesifikasi komunikasi radio penerbangan tower ATC Bandar Udara Husein Internasional Husein Sastranegara pada [3, 4]. Pemetaan perancangan dapat dilihat pada Gambar 1, sedangkan untuk bagan perancangan RoF pada sistem simulasi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 14. Pemetaan perancangan sistem komunikasi



Gambar 15. Bagian Utama



Gambar 16. Bagian Transmitter

Nilai BER dan *Q factor* sistem akan diujicobakan melalui tiga kondisi:

- a) Saat jalur *east on* dan *west on*,
- b) Saat jalur *east on* dan *west off*,
- c) Saat jalur *east off* dan *west on*.

Nilai dari parameter-parameter yang akan digunakan dalam simulasi ini dapat dilihat pada **Tabel 1** di bawah ini.

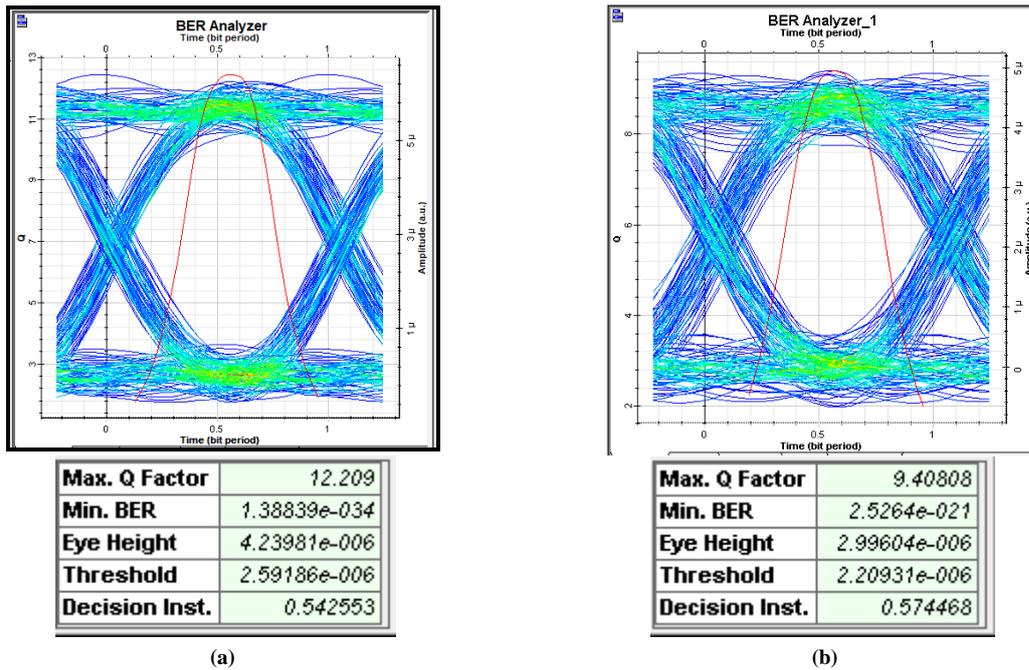
Tabel 1. Parameter Simulasi

No.	Parameter	Nilai
1	Frekuensi Carrier Radio (Bandar Udara Husein)	118,65 MHz
2	Frekuensi CW Laser	193,1 THz
3	Frekuensi Generator Sinus	137 MHz
4	Daya CW Laser	0 dBm
5	Attenuation (Optical Attenuator)	2 dB
6	Panjang jalur serat optik <i>east</i>	3 km
7	Panjang jalur serat optik <i>west</i>	5 km
8	Minimum BER setiap jalur	10^{-12}

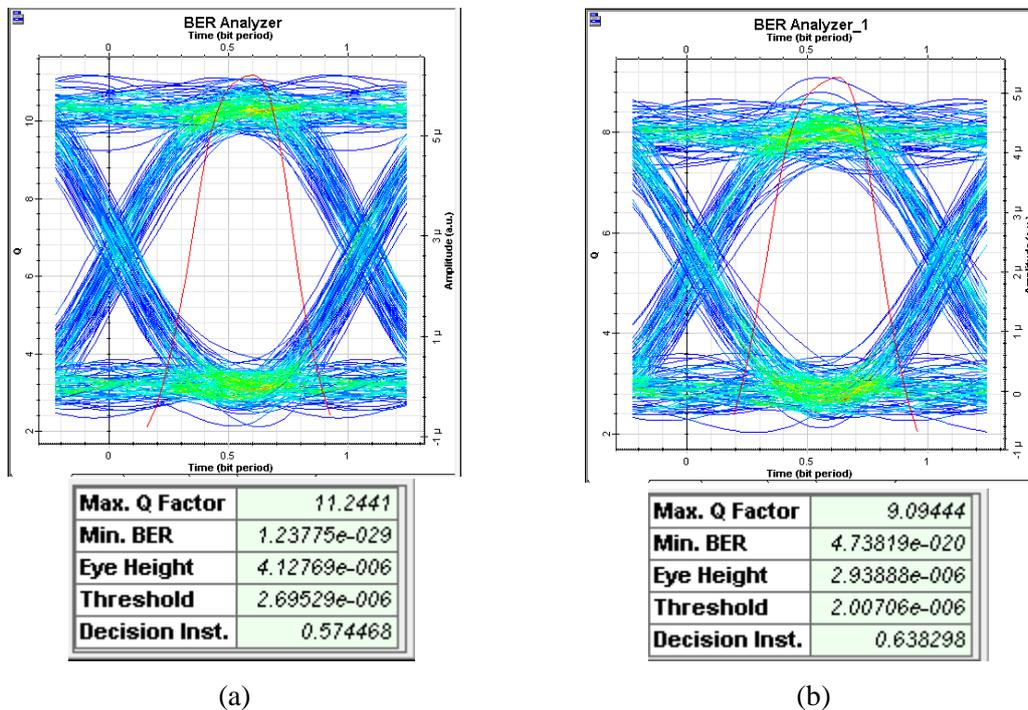
Untuk pembagian data yang melalui jalur *east* dan *west* Peneliti menggunakan *fork*, sistem kerja pada *fork* memungkinkan peneliti untuk membagi data yang masuk menjadi dua jalur dan memiliki keluaran data yang sama persis. Pembagian data juga dapat menggunakan *splitter*, akan tetapi ada beberapa pertimbangan yang diambil sebelumnya yaitu data yang dibagi adalah sebesar 50% tiap keluaran *link* sehingga apabila salah satu *link down*, data yang telah terkirim sebelumnya akan hilang sebanyak 50%. Kemudian pertimbangan kedua adalah apabila menggunakan *splitter* akan membagi daya masukan *splitter* sehingga akan mempengaruhi keluaran dari *splitter* itu sendiri. Keluaran dengan daya yang lebih kecil akan mengakibatkan semakin naiknya BER yang ada pada di ujung masing-masing jalur.

2.2. Hasil dan Analisis

Berdasarkan hasil simulasi uji coba ketiga kondisi di atas maka didapatkan nilai BER yang berbeda. Grafik yang didapatkan dapat dilihat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 17. Eye Diagrams serta nilai Q-factor dan BER jalur east dan west kondisi on.
 (a) Eye Diagram jalur east (b) Eye Diagram jalur west



Gambar 18. Eye Diagram salah satu jalur on. (a) Eye Diagram jalur east on (b) Eye Diagram jalur west on
 Pada Gambar 4, menunjukkan Eye Diagram saat kedua jalur on ketika kedua jalur on, dimana untuk jalur east didapatkan minimum BER $1,38839 \times 10^{-34}$ dan Q-Factor sebesar 12,209, sedangkan pada jalur west on didapatkan minimum BER $2,5264 \times 10^{-21}$ dengan Q-factor sebesar 9,40808.

Pada Gambar 5 menunjukkan Eye Diagram serta nilai Q-factor dan BER yang didapatkan ketika salah satu jalur di off-kan. Nilai BER untuk jalur east saja dalam kondisi on yaitu $1,23775 \times 10^{-29}$ dan Q-factor sebesar 11,2441. Nilai BER untuk jalur west saja dalam kondisi on yaitu $4,73819 \times 10^{-20}$ dan Q-factor sebesar 9,09444. BER yang di dapatkan untuk kedua kondisi tersebut menunjukkan nilai yang tidak terlalu jauh, hal ini karena daya yang melewati jalur pada setiap kondisi sama. Ketika salah satu jalur terputus maka sistem komunikasi antara ATC dan pesawat masih dapat memberikan kualitas BER yang baik. Nilai BER yang berbeda antara jalur

east dan *west* dipengaruhi oleh panjang jalur. Semakin pendek jalur maka BER yang didapatkan semakin baik, dikarenakan setiap serat optik memiliki *loss fiber* tiap kilometer-nya.

3. Simpulan

Dari hasil BER dan *Q-factor* yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa kondisi dan jarak mempengaruhi nilai BER dan *Q-factor* yang didapat. Jika dibandingkan untuk salah satu jalur on maka nilai BER tertinggi didapatkan pada jalur *east on*. Nilai BER dan *Q-factor* yang didapatkan telah memenuhi parameter BER minimum untuk digunakan pada sistem komunikasi *Air Traffic Control* yaitu $> 10^{-12}$.

Daftar Pustaka

- [1] Angkasa Pura 2, "Jumlah penumpang." [Online]. Available: https://cms.angkasapura2.co.id/NUWEB_PUBLIC_FILES/angkasapura2/Articles_Doc_UploadedBy_SK_P_PST_29_09_2014_08_29_23.pdf. [Accessed: 27-Nov-2017].
- [2] R. Susanti and F. Amilia, "Performansi SCM / WDM Radio Over Fiber dengan Arsitektur PON menggunakan M-ary PSK," no. 2013, pp. 18–19, 2017.
- [3] "WICC Husein Sastranegara- Bandung Airport." [Online]. Available: <https://skyvector.com/airport/WICC/Husein-Sastranegara-Bandung-Airport>.
- [4] P. Frekuensi and D. Frekuensi, Alokasi Frekuensi, no. 17. Jakarta: Departemen Komunikasi dan Informatika Direktorat Jenderal Pos dan Telekomunikasi, 2010.
- [5] Brian J. Thompson, Microwave Photonics, Chi H. Lee, Ed. New York: CRC Press.
- [6] William S. Chang, Ed., RF Photonic Technology in Optical Fiber Links. New York: Cambridge University, 2002.
- [7] Mahsa Najafi, Gholamreza Baghersalimi, Mohammad Reza Alizadeh, Mohamad Rahimi, and Andrew Burton, "Synchronization of a MIMO-OFDM based radio-over-fiber communication system in the presence of phase noise," in IEEE, 2016, pp. 1-5.
- [8] Varghese Antony Thomas, Mohammed El-Hajjar, and Lajos Hanzo, "Simultaneous Optical Phase and Intensity Modulation Transmits Independent Signals in Radio Over Fiber Communication," IEEE, vol. 19, no. 4, pp. 557-560, 2015.