

PENGANTAR

Alhamdulillah, segenap puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Analisis Performansi *Orthogonal Frequency Division Multiple Access* (OFDMA) Sistem *Free space Optic* (FSO) dalam Kondisi Cuaca Cerah Menurut Standar ITU-R P.1817” yang diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan memperoleh gelar Sarjana Teknik. Tidak lupa pula shalawat serta selalu penulis sampaikan kepada junjungan besar Nabi Muhammad SAW yang telah membawa kita menuju ke jalan yang terang.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada berbagai pihak yang telah membantu dan mendukung dalam penyelesaian skripsi ini, yaitu :

1. Keluarga tercinta,

Ibunda Gini, Ayahanda Misdram, serta adikku Saiful Amin yang selalu memberikan doa, kasih sayang, semangat, dukungan dan kepercayaan yang telah diberikan tanpa henti.

2. Bapak Ir.Erfan Achmad Dahlan.,MT dan Dr-Ing. Onny Setyawati,.ST.,MT.,MSc selaku dosen pembimbing skripsi yang banyak memberikan saran, konsultasi, kesabaran, dan waktu.

3. Bapak DR. Ir. Sholeh Hadi Pramono, MS. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro sekaligus dosen penasehat akademik selama kuliah yang banyak memberikan pengarahan serta bimbingan akademik dan Bapak M. Aziz Muslim, ST. MT., Ph.D, selaku sekretaris Jurusan Teknik Elektro.

4. Bapak Ali Mustofa ST.,MT selaku Ketua Kelompok Dosen Keahlian Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya yang telah dengan sabar mengarahkan sehingga dapat diperoleh judul skripsi ini.

5. Bapak M. Fauzan Edi P., ST., MT. selaku Ketua Laboratorium Telekomunikasi dan Mas Iswanto, ST. selaku laboran.

6. Bapak dan Ibu dosen serta segenap staf dan karyawan Jurusan Teknik Elektro.

7. Sahabat serta teman-temanku, Anisari Mei, Dista Narulina Riyasa, Alfi Zuhriya, Edita Rosana, Ayu ananda, Dahniar Pepy dan keluarga besar Angkatan 2009 (Ampere) terimakasih atas persahabatan, semangat, dan untuk segalanya.

8. Rekan-rekan asisten Laboratorium Telekomunikasi '08, '09, '10 dan '11 yang banyak memberikan nasehat, saran, serta kerjasamanya selama ini.

9. Teman-teman SAP (Mas Yanuar, Mas Henry, Mas Anas, Mas Ashbir), teman-teman konsentrasi telekomunikasi (kalvin, reno, dewi, krisna dkk) serta rekan-rekan Nadiatul Khoir (Devi, Vita, Ulfa dan seluruh keluarga NK) terima kasih atas masukan, semangat dan dukungan yang telah diberikan.
10. Dan untuk semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.

Dalam penulisan skripsi ini, penulis menyadari adanya kekurangan dan ketidak sempurnaan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun untuk kelengkapan dan kesempurnaan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi rekan-rekan mahasiswa.

Malang, Juni 2013

Penulis



DAFTAR ISI

	halaman
PENGANTAR	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR LAMPIRAN.....	viii
ABSTRAK	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Ruang Lingkup	3
1.4 Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN TEORI.....	5
2.1 <i>Free Space Optic</i> (FSO)	5
2.2 Arsitektur <i>Free Space Optic</i>	7
2.2.1 Pemancar <i>Free Space Optic</i>	8
2.2.2 Penerima <i>Free Space Optic</i>	10
2.2.3 Propagasi <i>Line of Sight</i>	11
2.3 Spesifikasi Redaman dalam FSO	12
2.3.1 Konsep Redaman Optik	12
2.3.2 Konsep Redaman Geometrik	12
2.3.3 Redaman <i>Pointing</i>	13
2.3.4 Redaman karena Sintilasi	13
2.3.5 Konsep Redaman Atmosfer dalam <i>Clear Air</i> menurut ITU-R P.1817	14
2.4 <i>Orthogonal Frequency Division Multiple Access</i> (OFDMA)	17
2.4.1 Definisi <i>Orthogonal</i>	19
2.4.2 Pembagian Aliran Data.....	20
2.4.3 Blok Diagram OFDMA.....	21
2.5 Parameter OFDMA pada <i>Long Term Evolution</i> (LTE).....	26
2.6 Performansi OFDMA pada <i>Free Space Optic</i>	28



2.6.1	<i>Link Margin</i>	29
2.6.2	Daya Terima (<i>Received Power</i>) Sistem	29
2.6.3	<i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i>	30
2.6.4	Kapasitas Sistem	31
2.6.5	<i>Bit Error Rate (BER)</i>	31
BAB III METODE PENELITIAN		33
3.1	Pengambilan Data	33
3.2	Metodologi Analisis Data	33
3.2.1	Perhitungan <i>Link Margin</i> Sistem.....	34
3.2.2	Perhitungan Daya Terima Sistem.....	35
3.2.3	Perhitungan <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i> Sistem	36
3.2.4	Perhitungan Kapasitas (C) Sistem.....	37
3.2.5	Perhitungan <i>Bit Error Rate (BER)</i> Sistem	38
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		39
4.1	Analisis <i>Link Margin</i> Sistem <i>Free Space Optic</i>	40
4.2	Analisis Daya Terima Sistem <i>Free Space Optic</i>	44
4.3	Analisis <i>Signal to Noise Ratio (SNR)</i> Sistem <i>Free Space Optic</i> dengan Penerapan OFDMA	47
4.4	Analisis Kapasitas Sistem <i>Free Space Optic</i> dengan Penerapan OFDMA	51
4.5	Perhitungan BER sistem <i>Free Space Optic</i> dengan Penerapan OFDMA	53
BAB V PENUTUP		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	56
DAFTAR PUSTAKA		57
LAMPIRAN		60

DAFTAR GAMBAR

	halaman	
Gambar 2.1	Gambar Skema Konfigurasi <i>Link FSO</i>	5
Gambar 2.2	Tantangan Sistem Komunikasi FSO.....	6
Gambar 2.3	Diagram Blok Sebuah Intensitas Optik, Kanal Komunikasi Deteksi Langsung.....	7
Gambar 2.4	Kondisi <i>Line of Sight (LOS)</i>	11
Gambar 2.5	Perbandingan Sinyal OFDM dengan OFDMA dilihat dari <i>Domain Frekuensi dan Waktu</i>	19
Gambar 2.6	Efisiensi Penggunaan <i>Bandwidth</i> pada OFDMA.....	19
Gambar 2.7	Representasi Orthogonalitas Antar <i>Subcarrier</i>	20
Gambar 2.8	Pembagian Aliran Data.....	20
Gambar 2.9	Blok Diagram Pemancar dan Penerima Sistem OFDMA.....	21
Gambar 2.10	Konversi Serial ke Paralel.....	22
Gambar 2.11	Diagram Konstelasi Modulasi QPSK	23
Gambar 2.12	Blok Diagram Modulator QPSK.....	24
Gambar 2.13	Sinyal pada <i>Quadrature Phase Shift Keying (QPSK)</i>	24
Gambar 2.14	Penyisipan <i>Cyclic Prefix</i> pada Simbol OFDMA	25
Gambar 2.15	Representasi Waktu dari OFDMA.....	26
Gambar 2.16	Struktur Slot <i>Downlink LTE</i>	27
Gambar 2.17	Konfigurasi Sistem FSO-OFDMA	28
Gambar 3.1	Diagram Alir Perhitungan <i>Link Margin</i>	34
Gambar 3.2	Diagram Alir Perhitungan Daya pada Penerima.....	35
Gambar 3.3	Diagram Alir Perhitungan SNR Sistem.....	36
Gambar 3.4	Diagram Alir Perhitungan Kapasitas Sistem	37
Gambar 3.5	Diagram Alir Perhitungan <i>Bit Error Rate (BER)</i> Sistem	37
Gambar 4.1	Grafik Pengaruh Jarak Terhadap Link Margin untuk Beberapa Kondisi Vilibilitas Pada Cuaca Cerah.....	42
Gambar 4.2	Grafik Pengaruh Jarak terhadap Daya Terima Sistem untuk Beberapa Kondisi Vilibilitas dan Intensitas Sinyal pada Cuaca Cerah	46
Gambar 4.3	Grafik Pengaruh Jarak terhadap SNR Sistem untuk Beberapa Kondisi Vilibilitas dan Intensitas Sinyal pada Cuaca Cerah ...	50

Gambar 4.4	Grafik Pengaruh Jarak Terhadap Kapasitas Sistem untuk Beberapa Kondisi Vilibilitas dan Intensitas Sinyal pada Cuaca Cerah.....	52
Gambar 4.5	Grafik Pengaruh Jarak Pemancar dan Penerima terhadap BER Sistem pada Beberapa Kondisi Vilibilitas dan Intensitas Sinyal pada Cuaca Cerah	55



DAFTAR TABEL

		halaman
Tabel 2.1	Perbandingan Penggunaan LED dan LD pada Sistem FSO	9
Tabel 2.2	Klasifikasi Penggunaan Laser Sebagai Sumber Optik untuk FSO	9
Tabel 2.3	Klasifikasi Keamanan Sumber Optik oleh IEC	10
Tabel 2.4	Perbandingan p-i-n <i>Photodiode</i> dan APD untuk FSO	11
Tabel 2.5	Nilai Visibilitas Internasional untuk Kondisi Cuaca dan Pengendapan	17
Tabel 2.6	Spesifikasi LTE.....	27
Tabel 4.1	Spesifikasi Sistem FSO.....	39
Tabel 4.2	Nilai Faktor Redaman Atmosfer pada Kondisi Cuaca Cerah	40
Tabel 4.3	<i>Link Margin</i> Sistem untuk Beberapa Kondisi Vilibilitas Pada Cuaca Cerah	42
Tabel 4.4	Nilai Daya Terima pada Jarak 1 sampai 5 km untuk Beberapa Kondisi Vilibilitas dan Intensitas Sinyal pada Cuaca Cerah	46
Tabel 4.5	Nilai SNR Sistem untuk Beberapa Kondisi Vilibilitas dan Intensitas Sinyal pada Cuaca Cerah.....	50
Tabel 4.6	Nilai Kapasitas Sistem untuk Beberapa Kondisi Vilibilitas dan Intensitas Sinyal pada Cuaca Cerah.....	52
Tabel 4.7	Nilai BER Sistem pada Beberapa Kondisi Vilibilitas dan Intensitas Sinyal pada Cuaca Cerah.....	54

DAFTAR LAMPIRAN

		halaman
Lampiran 1	<i>Listing Program Matlab</i> untuk Mencari Daya Terima Sistem ...	60
Lampiran 2	<i>Listing Program</i> untuk Mencari <i>Link Margin</i> Sistem	62
Lampiran 3	<i>Listing Program</i> untuk Menentukan SNR Sistem	63
Lampiran 4	<i>Listing Program</i> untuk Menentukan Kapasitas Sistem	66
Lampiran 5	<i>Listing Program</i> untuk Menentukan BER Sistem	69



ABSTRAK

JUMA'INAH, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Juni 2013, *Analisis Performansi Orthogonal Frequency Division Multiple Access (OFDMA) Sistem Free Space Optic (FSO) dalam Kondisi Cuaca Cerah Menurut Standar ITU-R P.1817*, Dosen Pembimbing : Ir. Erfan Achmad Dahlan.,MT. dan Dr-Ing. Onny Setyawati, ST.,MT.,M.Sc.

Free space optic (FSO) merupakan sebuah teknologi telekomunikasi yang menggunakan propagasi cahaya dalam *free space* untuk mentransmisikan data antara dua titik dalam kondisi *line of sight* (LOS). Dalam skripsi ini dianalisis tentang penerapan *Orthogonal Division Multiple Acces* (OFDMA) pada sistem FSO yang dihitung dalam kondisi cuaca cerah yang tetap terinduksi sintilasi akibat turbulensi atmosfer dengan menggunakan teknik modulasi *Quadrature Phase Shift Keying* (QPSK) pada jarak 1 km sampai 5 km. Hasil simulasi dan analisis menyatakan bahwa jarak pemancar dan penerima berbanding terbalik dengan *link margin*, daya terima, SNR, dan kapasitas sistem, akan tetapi berbanding lurus dengan BER sistem. Penerapan teknik OFDMA pada FSO yang dianalisis sudah memiliki performansi yang baik. Hal ini dapat dilihat bahwa pada jarak 5 km sistem mempunyai BER 10^{-13} (lebih kecil dari nilai BER maksimal yang diizinkan pada sistem untuk informasi data).

Kata Kunci : FSO, OFDMA, untuk jarak pemancar dan penerima, BER.

