

DAFTAR ISI

	Halaman
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN .....</b>	<b>ii</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>xii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Ruang Lingkup.....	2
1.4 Tujuan .....	3
1.5 Sistematika Penulisan .....	3
<b>BAB II DASAR TEORI.....</b>	<b>5</b>
2.1 <i>Plastic Optical Fiber</i> (POF).....	5
2.2 Penjalaran Cahaya pada Serat Optik.....	6
2.3 Jenis-Jenis Serat Optik .....	8
2.3.1 Serat Optik <i>Single Mode</i> .....	8
2.3.2 Serat Optik <i>Multi Mode</i> .....	9
2.3.3 Serat Optik <i>Single Mode Step Index</i> .....	9
2.3.4 Serat Optik <i>Multi Mode Step Index</i> .....	10
2.3.5 Serat Optik <i>Multi Mode Graded Index</i> .....	11
2.4 Komponen Komunikasi Serat Optik .....	12
2.4.1 Sumber Optik .....	13
2.4.1.1 <i>Light Emitting Diode</i> (LED) .....	13
2.4.1.2 <i>Laser Diode</i> (LD).....	14
2.4.2 Detektor Optik.....	14
2.5 Rugi-Rugi Material pada Serat Optik .....	15
2.5.1 Pengaruh Rugi-Rugi Gap Serat Optik.....	16



2.5.2 Pengaruh Temperatur .....	17
2.6 Kinerja Sistem Komunikasi Serat Optik .....	20
2.6.1 <i>Bit Error Rate</i> (BER) .....	20
2.6.2 <i>Eye Pattern</i> .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Jenis dan Cara Pengambilan Data .....	25
3.1.1 Perencanaan Sistem .....	26
3.2 Variabel dan Analisis Data .....	27
3.3 Kerangka Solusi Masalah .....	27
3.3.1 Perhitungan BER .....	27
3.3.2 Perhitungan <i>Eye Pattern</i> .....	28
<b>BAB IV HASIL EKPERIMEN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1 Komponen Perangkat .....	30
4.2 Prosedur Pengambilan Data .....	35
4.3 Analisis Data .....	39
4.3.1 Analisis Pengaruh Temperatur dan <i>Free Space</i> Antar Serat Optik Terhadap Nilai BER .....	40
4.3.2 Analisis Pengaruh Temperatur dan <i>Free Space</i> Antar Serat Optik Terhadap Nilai <i>Eye Pattern</i> .....	46
4.3.2.1 <i>Noise Margin</i> .....	47
4.3.2.2 <i>Timing Jitter</i> .....	50
4.3.2.3 <i>Bit Rate</i> .....	53
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan .....	57
5.2 Saran .....	58
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>59</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>61</b>

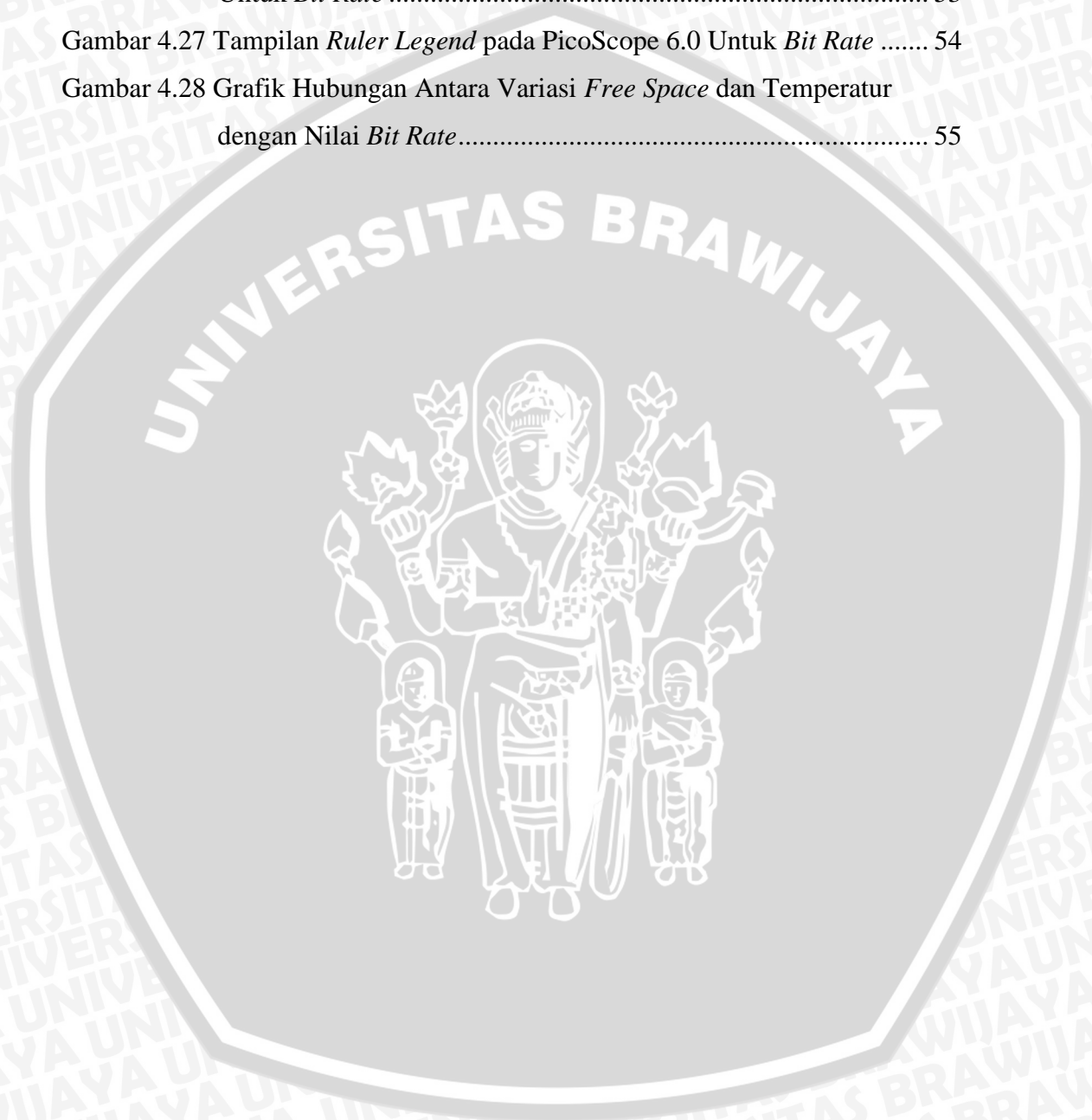


## DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Struktur <i>Plastic Optical Fiber</i> (POF).....	5
Gambar 2.2	Penjalaran Cahaya pada Serat Optik.....	6
Gambar 2.3	Total Internal Reflection .....	7
Gambar 2.4	Penentuan Sudut NA .....	8
Gambar 2.5	Serat Optik <i>Single Mode</i> .....	9
Gambar 2.6	Sistem Penjalaran Cahaya pada <i>Single Mode Step Index</i> .....	10
Gambar 2.7	Sistem Penjalaran Cahaya pada <i>Multi Mode Step Index</i> .....	10
Gambar 2.8	Sistem Penjalaran Cahaya pada <i>Multi Mode Graded Index</i> .....	11
Gambar 2.9	Komponen Dasar Komunikasi Serat Optik.....	12
Gambar 2.10	Gap pada Serat Optik .....	16
Gambar 2.11	Perubahan Indeks Bias Akibat Gap pada Serat Optik.....	17
Gambar 2.12	Hubungan Temperatur Dengan Redaman.....	18
Gambar 2.13	Hubungan Peningkatan Temperatur Terhadap Indeks Bias <i>Core</i> dan <i>Cladding</i> .....	18
Gambar 2.14 (a)	Hubungan Peningkatan Temperatur Terhadap Nilai NA dan Sudut Datang Cahaya .....	19
(b)	Hubungan Peningkatan Temperatur Terhadap Nilai Dispersi dan Tegangan.....	19
Gambar 2.15	Blok Diagram BER Dengan PRBS Sebagai <i>Input</i> .....	20
Gambar 2.16	Grafik Hubungan Peningkatan $E_b$ Terhadap Nilai BER .....	21
Gambar 2.17	Peralatan-Peralatan Dasar Dalam Pengukuran <i>Eye Pattern</i> .....	22
Gambar 2.18	<i>Eye Pattern</i> Osiloskop.....	22
Gambar 2.19	<i>Timing Jitter</i> pada <i>Eye Pattern</i> .....	24
Gambar 3.1	Diagram Alir Langkah Penelitian .....	24
Gambar 3.2	Diagram Alir Perancangan Penelitian.....	25
Gambar 3.3	Diagram Alir Pengambilan Data.....	26
Gambar 3.4	Blok Diagram Konfigurasi Eksperimen.....	27
Gambar 3.5	Diagram Alir Analisis Pengaruh Temperatur dan <i>Free Space Losses</i> Antar Serat Optik Terhadap Nilai BER.....	28

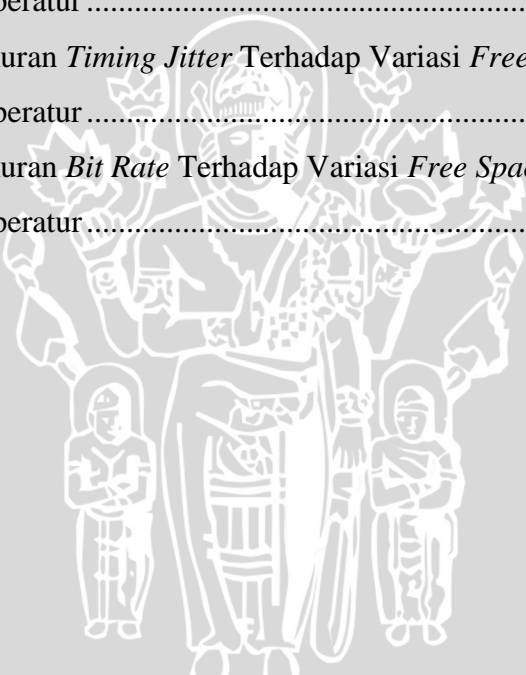
Gambar 3.6 Diagram Alir Analisis Pengaruh Temperatur dan <i>Free Space Losses</i> Antar Serat Optik Terhadap Nilai <i>Eye Pattern</i> .	29
Gambar 4.1 Perangkat PRBS <i>Generator</i> .....	30
Gambar 4.2 Perangkat <i>Transmitter</i> LED SFH756V .....	31
Gambar 4.3 <i>Plastic Optical Fiber</i> (POF) .....	31
Gambar 4.4 Bentuk Fisik Dari <i>Precision Displacement Jigs</i> .....	32
Gambar 4.5 Bentuk Fisik Dari DUT ( <i>Device Under Test</i> ) .....	33
Gambar 4.6 <i>Photo Diode</i> SFH551/1V .....	33
Gambar 4.7 BER <i>Event Counter</i> .....	34
Gambar 4.8 <i>Digital Multimeter</i> SANWA CD800A.....	34
Gambar 4.9 PicoScope 2207 .....	35
Gambar 4.10 Proses Pembersihan Serat Optik dengan Alkohol 95% .....	35
Gambar 4.11 Susunan Perangkat Perhitungan BER .....	36
Gambar 4.12 Perangkat Eksperimen Dengan Jarak 0 mm dan Suhu 25°C.....	37
Gambar 4.13 Pengukuran $V_1$ dan $V_2$ dengan <i>Multimeter</i> .....	37
Gambar 4.14 Pengukuran BER pada <i>Error Count LED</i> .....	38
Gambar 4.15 Susunan Perangkat Eksperimen .....	38
Gambar 4.16 Grafik Hubungan Indeks Bias dan Variasi Temperatur .....	41
Gambar 4.17 Grafik Hubungan Antara Variasi <i>Free Space</i> dan Temperatur dengan Nilai <i>Losses</i> .....	43
Gambar 4.18 Grafik Hubungan Antara Variasi <i>Free Space</i> dan Temperatur dengan Nilai BER.....	45
Gambar 4.19 Tampilan <i>Eye Pattern</i> pada <i>Software</i> PicoScope 6.0.....	46
Gambar 4.20 Tampilan <i>Eye Pattern</i> dan <i>Ruler Legend</i> pada PicoScope 6.0 Untuk <i>Noise Margin</i> .....	47
Gambar 4.21 Tampilan <i>Ruler Legend</i> pada PicoScope 6.0 Untuk <i>Noise Margin</i> .....	47
Gambar 4.22 Grafik Hubungan Antara Variasi <i>Free Space</i> dan Temperatur dengan Nilai <i>Noise Margin</i> .....	49
Gambar 4.23 Tampilan <i>Eye Pattern</i> dan <i>Ruler Legend</i> pada PicoScope 6.0 Untuk <i>Timing Jitter</i> .....	50
Gambar 4.24 Tampilan <i>Ruler Legend</i> pada PicoScope 6.0 Untuk	

<i>Timing Jitter</i> .....	51
Gambar 4.25 Grafik Hubungan Antara Variasi <i>Free Space</i> dan Temperatur dengan Nilai <i>Timing Jitter</i> .....	52
Gambar 4.26 Tampilan <i>Eye Pattern</i> dan <i>Ruler Legend</i> pada PicoScope 6.0 Untuk <i>Bit Rate</i> .....	53
Gambar 4.27 Tampilan <i>Ruler Legend</i> pada PicoScope 6.0 Untuk <i>Bit Rate</i> .....	54
Gambar 4.28 Grafik Hubungan Antara Variasi <i>Free Space</i> dan Temperatur dengan Nilai <i>Bit Rate</i> .....	55



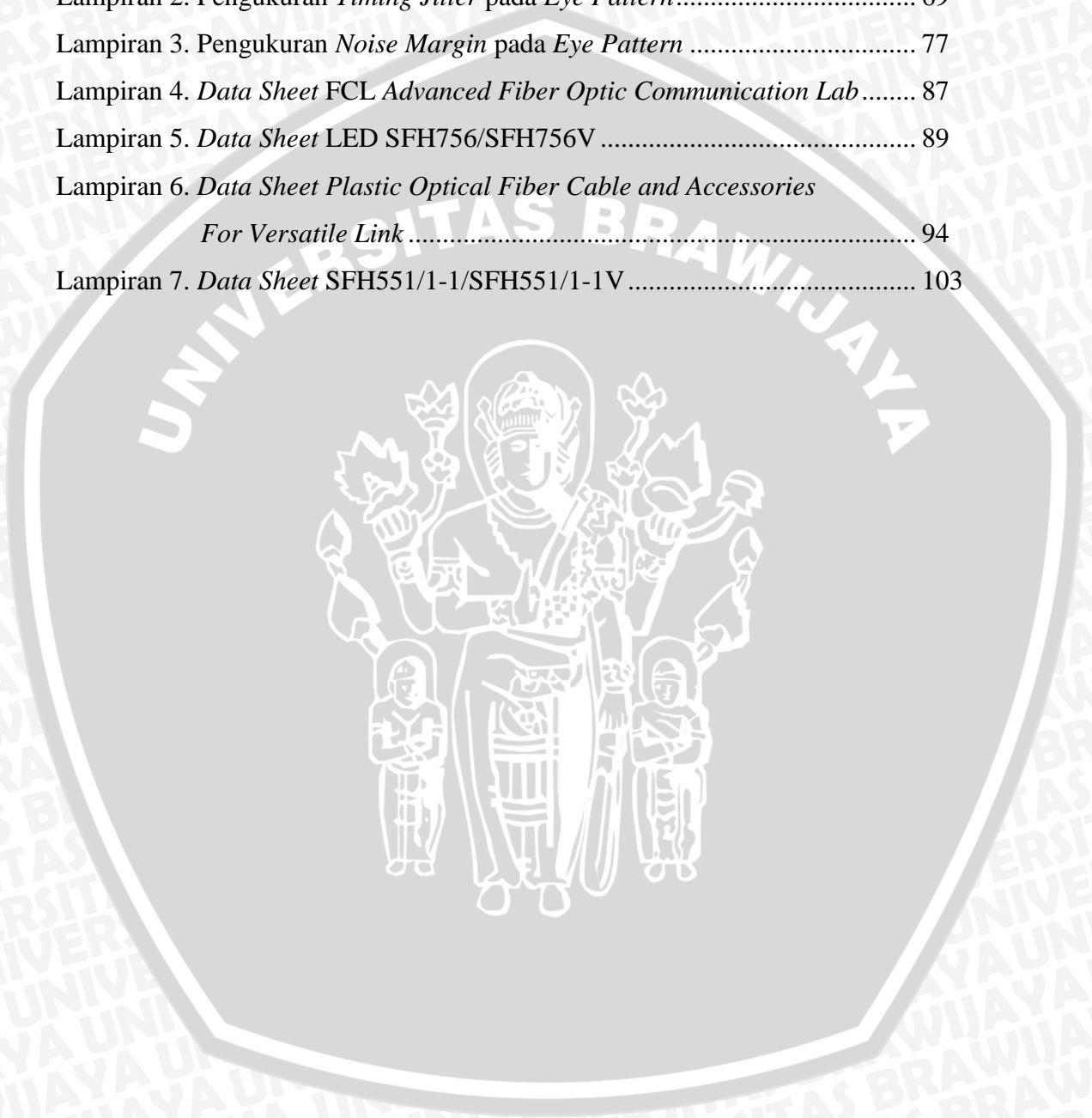
**DAFTAR TABEL**

No.	Judul	Halaman
Tabel 2.1	Perbandingan Berbagai Parameter Core pada POF .....	6
Tabel 2.2	Perbandingan Karakteristik LED dan LD .....	13
Tabel 4.1	Hasil Perhitungan Nilai Indeks Bias Baru Terhadap Temperatur.....	40
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran <i>Losses</i> Terhadap Variasi <i>Free Space</i> dan Variasi Temperatur .....	42
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran BER Terhadap Variasi <i>Free Space</i> dan Variasi Temperatur .....	44
Tabel 4.4	Hasil Pengukuran <i>Noise Margin</i> Terhadap Variasi <i>Free Space</i> dan Variasi Temperatur .....	48
Tabel 4.5	Hasil Pengukuran <i>Timing Jitter</i> Terhadap Variasi <i>Free Space</i> dan Variasi Temperatur .....	51
Tabel 4.6	Hasil Pengukuran <i>Bit Rate</i> Terhadap Variasi <i>Free Space</i> dan Variasi Temperatur .....	54



DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
Lampiran 1.	Pengukuran <i>Noise Margin</i> pada <i>Eye Pattern</i> .....	61
Lampiran 2.	Pengukuran <i>Timing Jitter</i> pada <i>Eye Pattern</i> .....	69
Lampiran 3.	Pengukuran <i>Noise Margin</i> pada <i>Eye Pattern</i> .....	77
Lampiran 4.	<i>Data Sheet FCL Advanced Fiber Optic Communication Lab</i> .....	87
Lampiran 5.	<i>Data Sheet LED SFH756/SFH756V</i> .....	89
Lampiran 6.	<i>Data Sheet Plastic Optical Fiber Cable and Accessories For Versatile Link</i> .....	94
Lampiran 7.	<i>Data Sheet SFH551/1-1/SFH551/1-1V</i> .....	103



## ABSTRAK

**MUHAMMAD IKHWAN AZHARI**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Brawijaya, Maret 2015, *Kinerja Plastic Optical Fiber (POF) Terhadap Pengaruh Temperatur dan Free Space Losses*, Dosen Pembimbing: Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, M.S. dan Sapriesty Nainy Sari, S.T, M.T.

*Free Space Optical Communication* (FSOC) adalah komunikasi optik menggunakan media transmisi udara. FSOC dapat mengalami penurunan kinerja dikarenakan adanya jarak dan perubahan temperatur lingkungan. Pengaruh jarak dan temperatur lingkungan ini akan mengakibatkan adanya perubahan nilai indeks bias. Perubahan indeks bias ini akan mempengaruhi nilai sudut datang, sudut pantul dan sudut kritis cahaya sehingga akan meningkatkan nilai redaman pada pentransmisian. Pada penelitian ini dilakukan kajian secara eksperimen tentang pengaruh temperatur dan jarak *free space* terhadap *Bit Error Rate* (BER) dan *eye pattern* dengan media *Plastic Optical Fiber* (POF).

Besar variasi temperatur dari 25°C hingga 55°C dan jarak *free space* dari 0mm hingga 5mm. Hasil penelitian menunjukkan nilai indeks bias tertinggi yaitu pada temperatur 25°C sebesar 1.000263443 dan terendah yaitu pada temperatur 55°C sebesar 1.000239286 dan nilai losses terendah pada jarak 0 mm sebesar 0.0062 dB dan tertinggi pada jarak 4 mm dan 5 mm sebesar 27.5 dB. Hal ini akan mempengaruhi kinerja dari transmisi data. Pada kondisi jarak 0 mm hingga 3 mm masih dapat mentransmisikan data, hal ini ditunjukkan dengan nilai BER berupa nol, yang artinya tidak ada transmisi data yang *error*. Namun pada kondisi 4 mm dan 5 mm sudah tidak dapat mentransmisikan data, hal ini ditunjukkan dengan nilai BER sebesar  $7.97 \times 10^{-4}$ . Untuk hasil pengukuran lainnya, didapatkan nilai *losses* berkisar antara 0.0062dB hingga 27.5 dB, *noise margin* dari 88% hingga 0%, *timing jitter* dari 2.28% hingga 100%, dan *bit rate* dari 65.35 Kbps sampai dengan 0 Kbps.

**Kata Kunci:** POF, *free space*, temperatur, indeks bias, BER, *noise margin*, *timing jitter*, *bit rate*.



## ABSTRACT

**MUHAMMAD IKHWAN AZHARI**, Department of Electrical Engineering, Brawijaya University, March 2015, *The Performance of Plastic Optical Fiber (POF) to The Effect of Temperature and Free Space Losses*. Advisor: Dr. Ir. Sholeh Hadi Pramono, M.S. and Sapriesty Nainy Sari, S.T., M.T.

Free Space Optical Communication (FSOC) is an optical communication via wireless medium. There are several causes in FSOC performance degradation, such as distance and changes in environmental temperature. These causes can change the refractive index of medium, so that it will change incoming angle, reflective angle, and critical angle. These changes will increase transmission attenuation value. This research is done by experiment about the effect of temperatures and free space distances to Bit Error Rate (BER) and eye pattern with Plastic Optical Fiber (POF).

The temperature variations are started from 25°C to 55°C and free space distances are started from 0 mm to 5 mm. The research results show that the highest refractive index value is 1.000263443 at 25°C and the lowest refractive index value is 1.000239286 at 55°C and the lowest losses value is 0.0062 dB at 0 mm of free space distance and the highest losses value is 27.5 dB at 4 mm and 5 mm of free space distance. At 0 mm to 3 mm of free space distance are possible distance to transmit an information, it is indicated from the value of BER is zero which means there is no error in data transmission. At 4mm and 5mm of free space distance are impossible to transmit an information, it is indicated from the value of BER is  $7.97 \times 10^{-4}$ . For another result, we got losses values are in range from 0.0062 dB to 27.5 dB, noise margins are in range from 88% to 0%, timing jitters are in range from 2.28% to 100%, and bit rates are in range from 65.35 Kbps to 0 Kbps.

**Index Terms** – *POF, free space, temperature, refractive index, BER, noise margin, timing jitter, bit rate.*