

## PERBANDINGAN RUGI-RUGI MACROBENDING PADA SERAT STEP INDEKS MULTIMODE

Elvira Mariani Manukoa<sup>1</sup>, Sugito<sup>2</sup>, Suwandi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknik Telekomunikasi, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Telkom

---

### Abstrak

Kebutuhan untuk komunikasi broadband semakin meningkat karena itu kehandalan yang tinggi sangat diperlukan. Oleh karena itu dibutuhkan suatu media transmisi yang handal, dan fiber optik adalah salah satu alternatif yang bisa digunakan. Akan tetapi, pada serat optik masih terdapat rugi-rugi yang berdampak negatif terhadap performansinya seperti absorpsi, scattering dan bending. Rugi-rugi akibat bending sendiri terdiri dari dua jenis yaitu macrobending dan microbending.

Bentuk rugi-rugi yang diteliti adalah rugi-rugi akibat macrobending pada serat optik step indeks multimode. Untuk meneliti rugi-rugi macrobending ini dilakukan pengambilan data empirik berdasarkan pengukuran yang dilakukan di Laboratorium SKSO IT Telkom. Pengukuran ini menggunakan jari-jari kelengkungan yang berbeda-beda untuk serat step indeks multimode yang sama dan Numerical Aperture (NA) yang berbeda-beda untuk serat step indeks multimode yang berbeda juga. Programmable Light Source (PLS) digunakan sebagai sumber optik dan Powermeter optik digunakan dibagian penerima.

Hasil dari pengukuran ini berupa relasi antara rugi-rugi serat optik step indeks multimode dengan jari-jari kelengkungan dan relasi dengan Numerical Aperture (NA). Relasi dituangkan kedalam bentuk grafik dan persamaan yaitu fungsi berpangkat dan linier. Selain itu besar jari-jari kritis saat terjadi bending pada serat optik tersebut juga dapat dihitung.

**Kata Kunci :** macrobending, jari-jari bending, numerical aperture

---

### Abstract

The increasing in broadband communication requires high reliability. We need a reliable transmission medium and optical fiber is one eligible alternative. Despite its advantage, there is loss affecting its performance such as absorption, scattering, and bending. The Loss caused by bending consists of macrobending and microbending.

The researched Loss is the Loss caused by macrobending in multimode step index optical fiber. This macrobending loss research is done by taking the empirical data based on the measurement in IT Telkom SKSO laboratory. This measurement uses different radius of curves for the same multimode step index and different Numerical Aperture (NA) for different multimode step index. Programmable Light Source (PLS) is used as source of light and optical power meter is used in receiver.

The results from this measurement is the relation between optical multimode step index with different radius of curves and relation with Numerical Aperture (NA). The relation is described into graphs and equation, in this case linier and degree function. Besides, the critical radius when bending in optical fiber occurs can be calculated.

**Keywords :** macrobending, bending radius, numerical aperture

---

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar Belakang Masalah

Kemajuan teknologi dewasa ini menuntut peningkatan kualitas dan kuantitas saluran transmisi yang digunakan. Penggunaan serat optik merupakan salah satu bentuk solusi yang bisa digunakan untuk masalah ini. Hal ini dikarenakan serat optik memiliki beberapa keunggulan antara lain :

1. Band Width yang lebar
2. Spasi pengulangan (*repeater*) yang lebih panjang
3. BER (*Bit Error Rate*) yang kecil
4. Kebal terhadap interferensi dan *cross talk*
5. Ukuran sangat kecil dan murah, sehingga mudah dalam penanganan dan instalasi
6. Sistem yang handal dan fleksibel
7. Mampu menyalurkan informasi dengan kecepatan yang sangat tinggi
8. Bahan dasar serat optik mudah didapat dari alam

Dengan mempertimbangkan keunggulan serat optik, maka informasi dapat ditransmisikan dengan kualitas yang baik. Tetapi kualitas ini juga tergantung pada besar kecilnya rugi-rugi yang terjadi saat pengiriman informasi. Salah satu rugi-rugi tersebut adalah rugi-rugi cahaya pada serat (*light loss*).

Dalam tugas akhir ini akan diamati rugi-rugi cahaya yang terjadi akibat adanya lengkungan atau *bending* yang diameternya lebih besar dari diameter serat (rugi-rugi *macrobending*). Pengamatan ini akan dilakukan pada serat optik step indeks multimode.

#### 1.2. Tujuan Tugas Akhir

Pemilihan judul perbandingan rugi-rugi *macrobending* pada serat optik step indeks multimode, mempunyai tujuan:

1. Mengetahui relasi antara besar rugi-rugi *macrobending* dengan jari-jari kelengkungan pada serat optik *step indeks multimode*
2. Mengetahui relasi antara besar rugi-rugi *macrobending* dengan *Numerical Aperture* (NA) yang berbeda-beda pada serat optik *step indeks multimode*

3. Mengetahui batas jari-jari lengkungan yang diperbolehkan pada serat optik *step indeks multimode* bila harus dilengkungkan.

### 1.3. Perumusan Masalah

Dalam suatu pengukuran tidak langsung dapat diketahui besar pengaruh bending terhadap performansi sistem, yang diketahui hanya redaman keseluruhan yang mempengaruhi keluaran serat. Oleh karena itu untuk melihat pengaruh bending terhadap keluaran serat dilakukan metode pengukuran.

Pengukuran dilakukan dengan cara membandingkan jari-jari kelengkungan yang berbeda-beda untuk jenis serat yang sama. Kemudian pengukuran juga dilakukan pada serat yang berbeda yang memiliki Numerical Aperture (NA) yang berbeda-beda. Pengukuran ini bertujuan untuk mendapat korelasi antara rugi-rugi *macrobending* dengan jari-jari kelengkungan dan Numerical Aperture (NA) dari serat *step indeks multimode*.

### 1.4. Pembatasan Masalah

1. Analisa hanya dilakukan pada serat optik *step indeks multimode*
2. Hanya membahas besarnya daya hilang pada daerah *bending*
3. Pengukuran besar rugi-rugi *macrobending* dilakukan dengan menggunakan besar jari-jari kelengkungan yang berbeda-beda namun menggunakan jenis serat *step indeks multimode*
4. Pengukuran besar rugi-rugi *macrobending* dilakukan dengan membandingkan besar jari-jari kelengkungan yang sama namun menggunakan jenis serat *step indeks multimode* dengan NA yang berbeda-beda
5. Mengukur daya terima saat serat belum mengalami *bending* dan setelah dilengkungkan untuk mengetahui besar rugi-rugi *macrobending*
6. Menghitung besar rugi-rugi *macrobending* secara teoritis dan membuat pendekatan secara geometris untuk mengetahui jari-jari lengkungan kritis
7. Parameter yang dipakai yang mempengaruhi transfer daya akibat *bending* yaitu *radius* lengkungan, jumlah lilitan serat optik
8. Parameter lain yang digunakan antara lain :
  - Pipa dengan diameter 3,756 cm, 2,976 cm, 2,387 cm, 2,1005 cm, 1,5915 cm, 1,305 cm, 1,11125 cm, 0,9525 cm, 0,79375 cm, 0,725 cm, 0,575 cm, 0,475 cm, 0,4 cm, 0,318 cm, 0,3 cm, 0,225 cm, 0,175 cm, 0,12 cm, 0,06 cm.

- Sumber optik : PLS tipe AQ-4302 dengan panjang gelombang kerja 850  $\mu\text{m}$
- Alat ukur daya (power meter optik) merek ANDO tipe AQ 2150
- Jenis serat step index multimode dengan NA 0.1729, 0.1825, 0.1906, 0.249, 0.2501, 0.2563, 0.2573.

### 1.5. Metode Penyelesaian Masalah

Metode yang digunakan dalam penyelesaian tugas akhir ini adalah :

a. Studi Literatur

Literatur dalam hal ini berupa buku, hasil penelitian, catatan, dan sumber-sumber dari internet.

b. Percobaan dan pengukuran

Menggunakan beberapa serat *step indeks multimode* dengan jari-jari kelengkungan dan NA yang berbeda-beda

c. Studi perbandingan

Untuk mengetahui perbedaan antara hasil pengukuran dan perhitungan yang sudah dilakukan dengan teori yang ada.

### 1.6. Sistematika Penulisan

Tugas Akhir ini disusun dengan sistematika pembahasan sebagai berikut :

#### **BAB I PENDAHULUAN**

Memaparkan latar belakang masalah, perumusan masalah, pembatasan masalah, tujuan penyusunan tugas akhir, metode pemecahan masalah dan sistematika penulisan tugas akhir ini.

#### **BAB II DASAR TEORI**

Bab ini membahas teori yang mendukung penyusunan tugas akhir ini yaitu mengenai jenis serat step indeks multimode, penyebab atenuasi pada serat, dan parameter yang mempengaruhi bending.

#### **BAB III PENGUKURAN**

Bab ini berisi tentang prosedur pengukuran, alat ukur dan spesifikasi yang digunakan dalam pengukuran.

#### **BAB IV ANALISIS RUGI-RUGI MACROBENDING PADA SERAT OPTIK STEP INDEKS MULTIMODE**

Bab ini berisi analisis terhadap hasil pengukuran dan membandingkan antara hasil pengukuran rugi-rugi macrobending sebelum dan sesudah terjadi bending. Selain itu bab ini juga berisi hasil berupa relasi antara rugi-rugi dengan jari-jari kelengkungan dan NA.

## **BAB V KESIMPULAN DAN SARAN**

Berisi kesimpulan dari hasil penelitian tugas akhir ini serta saran-saran untuk pengembangan lebih lan



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Dari analisa mengenai rugi-rugi *macrobending* pada serat step indeks multimode dapat disimpulkan beberapa hal antara lain:

1. Serat dengan diameter *core*  $50\mu\text{m}$  dan  $NA=0.1729$ , memiliki relasi antara rugi-rugi *macrobending* dan jari-jari lengkungan untuk  $R_{\text{Bending}} < 0.3$  berlaku fungsi berpangkat dan untuk  $R_{\text{Bending}} > 0.225$  berlaku fungsi linier dan besar jari-jari kritis sebesar  $9.811241687 \cdot 10^{-5}$  cm.
2. Serat dengan diameter *core*  $50\mu\text{m}$  dan  $NA= 0.1825$ , memiliki relasi antara rugi-rugi *macrobending* dan jari-jari lengkungan untuk  $R_{\text{Bending}} < 2.1005$  berlaku fungsi berpangkat dan untuk  $R_{\text{Bending}} > 1.5915$  berlaku fungsi linier dan besar jari-jari kritis sebesar  $9.646766178 \cdot 10^{-3}$  cm.
3. Serat dengan diameter *core*  $50\mu\text{m}$  dan  $NA= 0.1906$ , memiliki relasi antara rugi-rugi *macrobending* dan jari-jari lengkungan untuk  $R_{\text{Bending}} < 1.5915$  berlaku fungsi berpangkat dan untuk  $R_{\text{Bending}} > 1.305$  berlaku fungsi linier dan besar jari-jari kritis sebesar  $0.016454588 \cdot 10^{-6}$  cm.
4. Serat dengan diameter *core*  $62.5\mu\text{m}$  dan  $NA= 0.249$ , memiliki relasi antara rugi-rugi *macrobending* dan jari-jari lengkungan untuk  $R_{\text{Bending}} < 0.725$  berlaku fungsi berpangkat dan untuk  $R_{\text{Bending}} > 0.575$  berlaku fungsi linier dan besar jari-jari kritis sebesar  $0.015202975$  cm.
5. Serat dengan diameter *core*  $62.5\mu\text{m}$  dan  $NA= 0.2501$ , memiliki relasi antara rugi-rugi *macrobending* dan jari-jari lengkungan untuk  $R_{\text{Bending}} < 2.1005$  berlaku fungsi berpangkat dan untuk  $R_{\text{Bending}} > 1.5915$  berlaku fungsi linier dan besar jari-jari kritis sebesar  $1.728068897 \cdot 10^{-3}$  cm.
6. Serat dengan diameter *core*  $62.5\mu\text{m}$  dan  $NA= 0.2563$ , memiliki relasi antara rugi-rugi *macrobending* dan jari-jari lengkungan untuk  $R_{\text{Bending}} < 1.305$  berlaku fungsi berpangkat dan untuk  $R_{\text{Bending}} > 1.11125$  berlaku fungsi linier dan besar jari-jari kritis sebesar  $3.586206523 \cdot 10^{-3}$  cm.
7. Serat dengan diameter *core*  $62.5\mu\text{m}$  dan  $NA= 0.2573$ , memiliki relasi antara rugi-rugi *macrobending* dan jari-jari lengkungan untuk  $R_{\text{Bending}} < 1.11125$  berlaku fungsi berpangkat dan untuk  $R_{\text{Bending}} > 0.9525$  berlaku fungsi linier dan besar jari-jari kritis sebesar  $6.126134995 \cdot 10^{-3}$  cm.

8. Semakin kecil jari-jari lengkungan yang terjadi, serat yang memiliki NA yang lebih besar akan memiliki rugi-rugi *macrobending* yang lebih kecil dibandingkan serat dengan NA yang lebih kecil.

## 5.2 Saran

1. Untuk penelitian berikutnya dapat menggunakan panjang gelombang lainnya.
2. Untuk penelitian berikutnya panjang serat yang digunakan lebih dari 50m. Hal ini untuk mendukung teori kestabilan NA yang mulai stabil saat panjang serat > 50m.
3. Untuk penelitian berikutnya membandingkan besar *core* yang berbeda (50 dan 62,5  $\mu\text{m}$ ) dalam kaitannya dengan besar rugi-rugi *macrobending* yang dihasilkan.
4. Tugas Akhir berikutnya dapat membuat aplikasi berupa software untuk memperoleh relasi antara rugi-rugi *macrobending* dan jari-jari lengkungan dan NA.
5. Untuk memperoleh tingkat ketelitian yang lebih teliti, penelitian berikutnya dapat memperhitungkan jari-jari serat saat di *bending*.
6. Dalam penelitian berikutnya dapat memperlengkapi spesifikasi serat. Untuk mendukung perhitungan teoritis yang dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] \_\_\_\_\_, “AQ 2150 *Optical Multimeter Instruction Manual*”, Ando Electric Co., Ltd, Japn, 1995.
- [2] \_\_\_\_\_, “*Instruction Manual for Type AQ-4302 He-Ne Laser*”, Ando Electric Co., Ltd, Japan, 1998.
- [3] Applied Optoelectronics Centre, “Optical Communications System-Bending Loss and Realibility in Optical Fibres”, [www.electronics.dit.ie/staff/tfreir/optical\\_1/unit\\_1.8.pdf](http://www.electronics.dit.ie/staff/tfreir/optical_1/unit_1.8.pdf).
- [4] Cooper, William, “Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran”, 1994.
- [5] Dutton, Harry, “Understanding Optical Communications”, International Technical Support Organization, <http://www.redbooks.ibm.com>.
- [6] Hecht,J., “*Understanding Optic Communications*”, Pearson-Prentice Hall, Columbus, 2006.
- [7] Kao, Charles, “*Optical Fiber System: Technology*”, Design, and Applications”, McGraw-Hill, Singapore, 1986.
- [8] Lalu, Heryono, “Panduan Praktis Praktikum 2007-2008 Fisika Dasar”, IT Telkom, Bandung, 2007.
- [9] Lee, Donald, “*Electromagnetic Principles Of Integrated Optics*”, Wiley, Singapore, 1986.
- [10] Optical Com., Labs., “Pengukuran Numerical Aparture dan Redaman”, IT Telkom, Bandung, 2004.
- [11] Palais, Joseph, “*Fiber Optic Communications*”, Prentice-Hall, Singapore, 1988.
- [12] Siregar, Rustam, “Diktat Komunikasi Serat Optik”, IT Telkom, Bandung, 1999.
- [13] Zanger, Henry and Chintya Zanger, “*Fiber Optics: Communication and Other Apllication*”, Merrill, USA, 1991.