

Analisis Pengaruh Tekanan Pada Serat Optik Terhadap Sistem Transmisi Data Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Dengan Akuisisi Data Menggunakan Matlab

Rita Budiati, Gurum Ahmad Pauzi & Warsito

Jurusan Fisika FMIPA Universitas Lampung
Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung
E-mail: rita20.budiati.metro@gmail.com, warsito@fmipa.unila.ac.id

Diterima (2 Desember 2015), direvisi (7 Desember 2015)

Abstract. *The effect of mechanical pressure to the optical fiber data transmission has been done. The influence of the pressure to the optical fiber, it is acclaimed with microbending. This way makes the cause how the process of deformation decreases the optical's voltage and also splits the central of the optical fiber become parts through this way. The researcher has conducted this research on the effect of pressure on the optical fiber to the data transmission system, involved the testing of the laser stability, the influence of the pressure and the elasticity of the optical fiber. The test of this research uses a phototransistor sensor, single mode optical fiber, a laser with a wave-length of 650 nm, power supply, the minimum system microcontroller ATmega32, amplifier circuit IC324 and Matlab software. The influence only comes from the pressure exerted by mass loaded variations range between 0 to 8 kg, and the loaded variations are placed on the optical fiber centrally. The result of this research showed that the stability of the laser is good enough, it happened on when the variations of the loaded are placed on the optical fiber, the received laser beam are getting smaller, and the voltage which has been produced at the received laser beam will be smaller as smaller as what has been formed before. Based on thus finding out, the researcher indicates there is any decrease in the graph as the increasing burden which is placed on the optical fiber whereas the optical fiber gives a fairly good elasticity.*

Keywords. *microbending, optical fiber, phototransistor sensor.*

Abstrak. *Telah dilakukan penelitian mengenai pengaruh tekanan pada serat optik terhadap sistem transmisi data. Pengaruh tekanan pada serat optik ini lebih dikenal dengan mikrobending. Mikrobending menyebabkan terjadinya deformasi pada inti serat optik dan mengakibatkan berkurangnya daya optik yang melalui serat optik. Penelitian ini meliputi pengujian kestabilan laser, pengaruh tekanan dan elastisitas serat optik. Pengujian ini menggunakan sensor fototransistor, serat optik *single mode*, laser dengan panjang gelombang 650 nm, catu daya, sistem minimum mikrokontroler ATmega32, rangkaian penguat IC324, dan *software* Matlab. Tekanan yang diberikan berasal dari variasi beban dengan massa antara 0 sampai 8 kg. Variasi beban diletakkan di atas serat optik secara terpusat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kestabilan laser cukup baik, ketika variasi beban diletakkan di atas serat optik, maka sinar laser yang diterima semakin kecil. Oleh karena itu, sinar laser yang diterima semakin kecil, maka tegangannya akan semakin kecil juga. Hal ini ditunjukkan dengan penurunan grafik seiring bertambahnya beban yang diletakkan di atas serat optik dan serat optik menunjukkan elastisitas yang cukup baik.*

Kata Kunci. *mikrobending, serat optik, sensor fototransistor.*

PENDAHULUAN

Dewasa ini perkembangan dan penerapan teknologi telekomunikasi berkembang sangat pesat. Seiring dengan perkembangan zaman, informasi merupakan suatu kebutuhan untuk mengetahui perkembangan yang terjadi di sekitar kita dan seluruh dunia (Jaya, 2012).

Perkembangan dan penerapan sistem telekomunikasi ini memanfaatkan satu jenis alat yang digunakan sebagai penerimaan dan pengiriman berbagai jenis data. Media transmisi yang digunakan, yaitu transmisi serat optik (Wahyudi, 2013).

Serat optik adalah suatu media komunikasi yang berfungsi untuk mentransmisikan informasi melalui media cahaya. Serat optik memiliki beberapa kelebihan, yaitu pengiriman datanya yang lebih cepat, lebih akurat, dan relatif lebih stabil terhadap perubahan kondisi lingkungan dibandingkan kabel konvensional. Sementara kelemahan serat optik, yaitu terjadinya *loss* atau rugi serat optik yang mengakibatkan data hilang atau terhambat dalam pengirimannya (Rambe, 2003).

Untuk mengetahui pengaruh tekanan yang diakibatkan variasi beban pada serat optik, telah dilakukan beberapa penelitian sebelumnya diantaranya Setiono, dkk pada tahun 2012 melakukan pengujian menggunakan metode beban terpusat dan terdistribusi dengan variasi beban yang diberikan antara 0 sampai 4 kg. Pada penelitian ini hasil yang diperoleh bahwa semakin besar beban yang diberikan pada serat optik, maka daya optik akan semakin kecil. Kemudian, Setiono dan Bambang pada tahun 2012 dengan melanjutkan penelitian sebelumnya untuk mengetahui elastisitas serat optik. Pada penelitian ini hasil yang diperoleh bahwa elastisitas serat optik cukup baik dengan daya laser terus menurun seiring bertambahnya beban yang

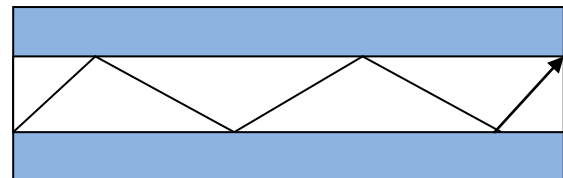
diberikan. Sebaliknya ketika beban dilepaskan kembali, maka daya laser kembali membesar.

Struktur serat optik terdiri dari tiga bagian, yaitu inti (*core*) merupakan bagian paling utama karena bagian ini mentransmisikan informasi; bungkus (*cladding*) merupakan pelapis *core* dan jaket (*coating*) merupakan pelindung *core* dan *cladding* dari tekanan fisik (Rambe, 2003). Mayoritas serat dibuat dari kaca yang terdiri dari silika (SiO_2). Serat kaca dibuat dengan menggabungkan campuran logam oksida, sulfida atau selenida (Keiser, 1991).

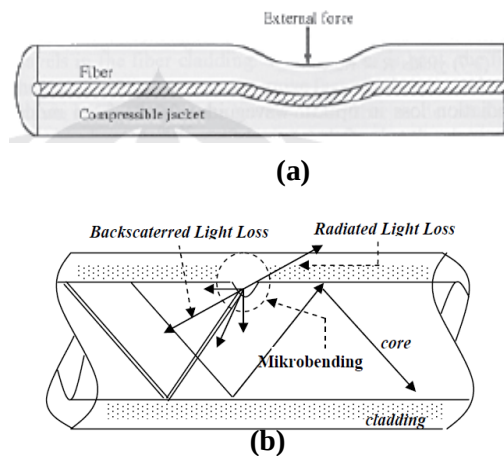
Prinsip kerja serat optik menggunakan prinsip pembiasan dan pemantulan yang berhubungan dengan indeks bias bahan. Ketika berkas cahaya melewati batas dua medium yang berbeda, maka sebagian berkas cahaya dipantulkan masuk pada medium pertama dan sebagian lagi dibiaskan masuk pada medium kedua. Prinsip pembiasan ini seperti pada **Gambar 1**. Hubungan tersebut dapat dijelaskan menggunakan hukum Snellius (Keiser, 1991).

Mayoritas serat dibuat dari kaca yang terdiri dari silika (SiO_2). Serat kaca dibuat dengan menggabungkan campuran logam oksida, sulfida atau selenida. Pada umumnya silika (SiO_2), memiliki indeks bias 1,4858 pada 850 nm (Keiser, 1991).

Penurunan daya dalam sistem transmisi disebabkan oleh rugi-rugi transmisi akibat variasi beban.



Gambar 1. Pemantulan Dinding Serat Optik



Gambar 2. (a) Pembengkokan mikro akibat tekanan dari luar (Auzaiy, 2008), (b) Penghamburan cahaya (Yudistira, 2003)

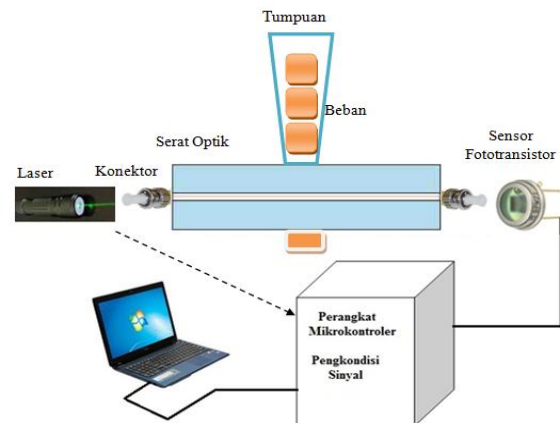
Rugi-rugi transmisi ini menghasilkan penurunan daya cahaya dan penurunan *bandwidth* dari sistem, transmisi informasi yang dibawa, efisiensi, dan kapasitas sistem secara keseluruhan. Salah satu rugi-rugi transmisi pada serat optik, yaitu mikrobending.

Mikrobending adalah suatu keadaan kabel yang tidak sempurna yang diakibatkan oleh tekanan dari luar serat optik. Penghamburan cahaya akibat mikrobending ditunjukkan pada **Gambar 2** (Auzaiy, 2008).

Ketika tekanan diterapkan pada serat optik, hal ini akan menyebabkan kerusakan pada serat tersebut. Kerusakan ini disebabkan oleh pelemahan kulit terluar (*coating*) pada serat optik (Furukawa, 2013).

METODE PENELITIAN

Pada penelitian digunakan serat optik *single mode*, laser, rangkaian pengkondisi sinyal, rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega32 dan *Personal Computer* (PC).



Gambar 3. Metode penelitian

Rangkaian pengkondisi sinyal ini menggunakan sensor fototransistor yang digunakan untuk mendeteksi sinar laser yang melalui serat optik.

Metode penelitian dapat ditunjukkan pada **Gambar 3**, yaitu ketika sinar laser dipancarkan melalui serat optik, variasi beban diletakkan di atas serat optik. Kemudian, sinar optik diterima oleh sensor dan diolah ke rangkaian pengkondisi sinyal dan rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega32. Nilai keluaran yang terbaca ditampilkan dalam bentuk grafik menggunakan Matlab.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah direalisasikan suatu alat yang berfungsi untuk mendeteksi rugi-rugi transmisi pada serat optik. Ada beberapa tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu tahapan pembuatan perangkat keras dan perangkat lunak hingga hasil pengambilan data. Berikut ini merupakan tahapan-tahapan dalam penelitian yang telah dilakukan.

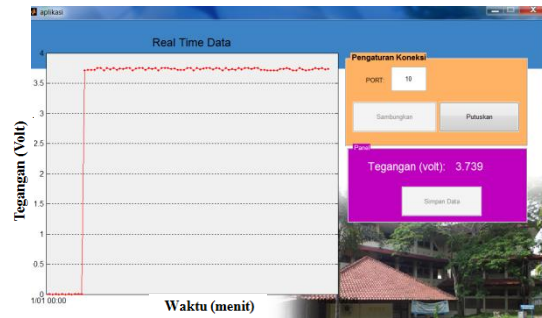
Realisasi Perangkat Keras (*Hardware*)

Perangkat keras terdiri dari catu daya, sistem minimum mikrokontroler ATmega32, rangkaian sensor, dan PC. Pengujian rangkaian catu daya dilakukan untuk melihat tegangan keluaran telah sesuai atau tidak dengan yang diinginkan. Pengujian rangkaian sensor dilakukan untuk mengetahui sensitivitas sensor. Pada rangkaian sensor dan pengkondisi sinyal menggunakan rangkaian penguat dengan IC LM324. Untuk mengetahui respon rangkaian ini maka dilakukan karakterisasi dengan cara memberikan respon ketika disinari laser dan tanpa disinari laser. Hasil karakterisasi rangkaian ini ditunjukkan pada **Tabel 1**. Pengujian rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega32 dan PC dilakukan untuk mengetahui nilai keluaran pada rangkaian sensor sama atau tidak ketika ditampilkan pada PC. Pengujian karakterisasi ini dengan menghubungkan rangkaian sensor ke *port* A.0 pada rangkaian sistem minimum mikrokontroler ATmega32 kemudian menghubungkannya ke *port serial* pada PC.

Sumber cahaya yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation* (LASER). Laser merupakan suatu alat yang memancarkan gelombang elektromagnetik dimana berkas cahaya yang dipancarkan bersifat koheren. Laser yang digunakan memiliki frekuensi 433 Hz, panjang gelombang 650 nm dan daya <1 mW. Pengujian karakteristik laser dilakukan dengan melihat respon kestabilan laser. Hasil pengujian ini seperti pada **Gambar 4**.

Tabel 1. Pengukuran rangkaian sinyal analog pada sensor fototransistor

Keadaan	Tegangan (Volt)
Tanpa laser	0.46
Dengan laser	3.74

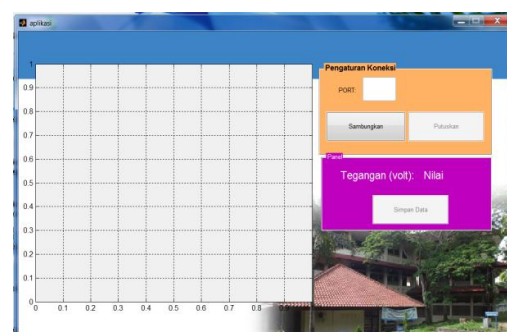


Gambar 4. Grafik kestabilan laser

Realisasi Perangkat Lunak (*Software*)

Perangkat lunak yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu menggunakan bahasa C dan Matlab. Pengujian *software* pada mikrokontroler menggunakan bahasa C sebagai program untuk menjalankan mikrokontroler dengan menggunakan *software* CV AVR. Pengujian *software* ini dilakukan dengan meng-*compile*, apabila tidak terjadi kesalahan, selanjutnya program di-*download* menggunakan K-125 dan *software* AVROspII. Pengujian *software* Matlab dilakukan dengan me-*run* program, jika tidak terjadi kesalahan maka program dapat dijalankan.

Tampilan hasil penelitian ditunjukkan pada **Gambar 5**. Pengoperasian tampilan ini, yaitu dengan menghubungkan rangkaian ke *port* pada PC. Jika *port* telah terhubung, klik *button* ‘Sambungkan’. Selanjutnya, akan muncul nilai tegangan yang terbaca oleh sensor. Jika pengambilan data sudah selesai dilakukan, maka klik *button* ‘Putuskan’ dan grafik yang terbaca akan berhenti.



Gambar 5. Tampilan hasil penelitian

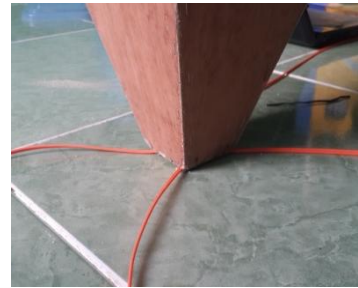
Nilai tegangan yang terbaca akan tersimpan pada *Ms. Excel*, dengan langkah klik *button* 'Simpan Data' maka data nilai tegangan akan tersimpan pada folder yang dikendaki.

Hasil dan Analisis

Prinsip kerja pada alat ini, yaitu sinar laser dipancarkan melalui serat optik, kemudian sinar laser tersebut akan diterima oleh sensor fototransistor. Pada saat laser memancarkan sinar melalui serat optik, variasi beban diletakkan di atas serat optik. Variasi beban ini mengakibatkan sinar laser yang dipancarkan tidak terjadi refleksi secara total, karena sebagian transmisi sinar dari laser ditransmisikan ke *cladding*. Ketika sinar laser tidak terjadi refleksi secara total, maka sinar laser yang diterima oleh sensor semakin kecil. Hal ini mengakibatkan tegangan keluaran dari sensor semakin kecil juga. Tegangan keluaran dari sensor fototransistor kemudian dikuatkan oleh IC LM 324 dan dihubungkan ke sistem minimum mikrokontroler ATmega32 pada *port A.0* dan selanjutnya diubah oleh *Analog Digital Converter* (ADC) pada mikrokontroler ATmega32. Oleh karena itu, diperoleh nilai tegangan yang ditampilkan di PC.

Salah satu dari rugi-rugi transmisi, yaitu mikrobending. Mikrobending adalah suatu keadaan kabel yang tidak sempurna yang diakibatkan oleh tekanan dari luar serat optik (Auzaiy, 2008). Tekanan yang diberikan berasal dari beban dengan massa sebesar 0 sampai 8 kg. Variasi beban ini menggunakan beban terpusat. Metode pengambilan data dapat ditunjukkan pada **Gambar 6**.

Penelitian pertama adalah untuk mendeteksi perubahan sinar laser yang melalui serat optik. Bertambahnya beban dilakukan secara kontinu dari beban dengan massa 0 sampai 8 kg. Perubahan akibat dari variasi beban dapat dilihat pada **Gambar 7**.



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Posisi kabel serat optik ketika diberi tumpuan dan (b) Metode pengambilan data

Pada **Gambar 7** dan **Gambar 8 (a)** menunjukkan bahwa bahwa ketika beban diletakkan di atas serat optik dengan massa 0.5 sampai 1.6 kg, grafik tidak menunjukkan perubahan tegangan atau grafik dalam keadaan stabil. Ketika beban bertambah sampai dengan massa 8 kg, grafik mengalami penurunan tegangan yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan bertambahnya beban, maka nilai tegangan keluaran sinar laser yang dihasilkan semakin menurun.

Pada **Gambar 8 (b)** adalah hubungan antara tekanan dan tegangan menunjukkan bahwa linieritas grafik cukup baik. Nilai tekanan yang diberikan berasal dari beban dengan massa 0 sampai 8 kg. Hubungan antara tekanan dan massa dapat dirumuskan seperti pada **Persamaan (1)**.

$$P = \frac{F}{A} = \frac{m \cdot a}{A} = \frac{m \cdot g}{\pi r^2} \quad (1)$$

Rita Budiati dkk : Analisis Pengaruh Tekanan Pada Serat Optik Terhadap Sistem Transmisi Data
Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Dengan Akuisisi Data Menggunakan
Matlab

Keterangan :

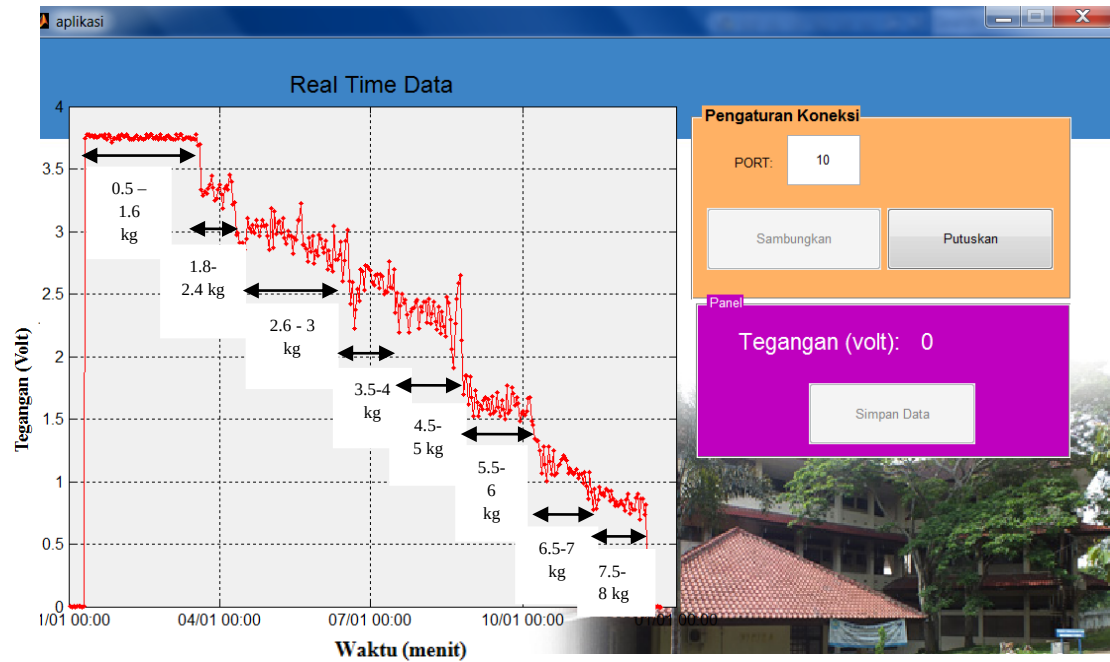
P : tekanan (Pa)

F : gaya (N)

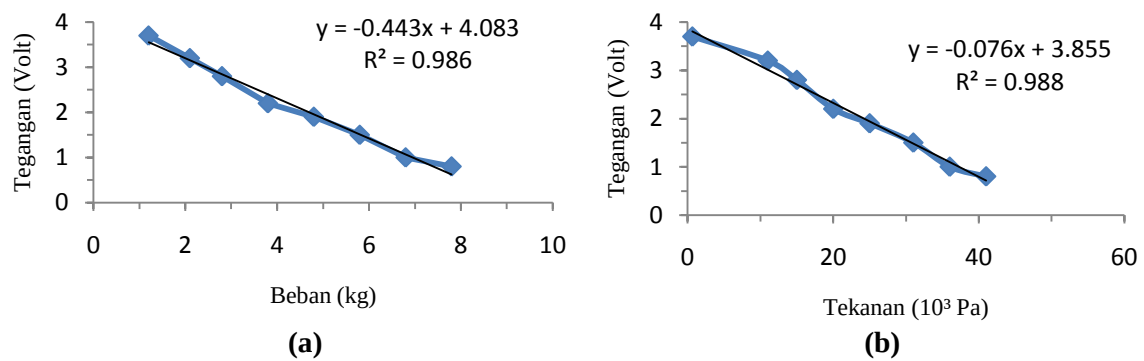
A : luas permukaan serat optik (m^2)

m : massa beban (kg)

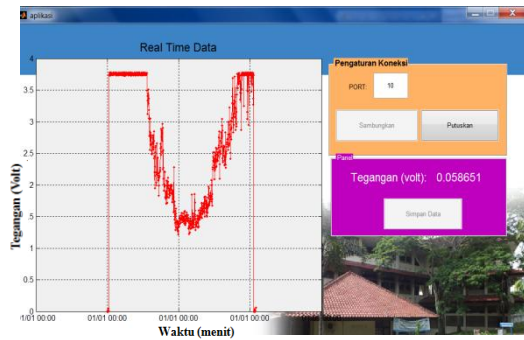
g : percepatan gravitasi (m/s^2) = 9.8 m/s^2



Gambar 7. Grafik respon dengan beban 0 sampai 8 kg



Gambar 8. (a) Grafik respon nilai beban terhadap tegangan dan
(b) Grafik respon nilai tekanan terhadap tegangan



Gambar 9. Grafik respon elastisitas serat optik

Penelitian ke dua, yaitu untuk mendeteksi elastisitas pada serat optik. Hasil penelitian ini dapat ditunjukkan pada **Gambar 9**. **Gambar 9** menunjukkan bahwa ketika beban diletakkan di atas serat optik dengan kenaikan massa 0 sampai 8 kg, grafik mengalami penurunan nilai tegangan. Sebaliknya jika beban dilepaskan dari massa 8 sampai 0 kg, grafik menunjukkan kenaikan nilai tegangan 3.7 Volt. Hal ini menunjukkan bahwa elastisitas serat optik cukup baik.

KESIMPULAN

Alat yang digunakan dapat mendeteksi perubahan sinar laser dan elastisitas serat optik. Berdasarkan hasil yang telah diperoleh, pengujian untuk mendeteksi perubahan sinar laser menunjukkan bahwa dengan bertambahnya beban, maka nilai tegangan keluaran sinar laser yang dihasilkan semakin menurun. Pengujian untuk mendeteksi elastisitas pada serat optik menunjukkan bahwa serat optik memiliki elastisitas yang cukup baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Auzaiy. 2008. *Analisis Power Budget*. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Furukawa. 2013. *Lateral Pressure Resistant Optical Fiber Cable "Gorilla Cable"*. Okano Electric Cable Co., Ltd.
- Jaya, Ali. 2012. *Aplikasi Multi Kontrol Secara Real Time Berbasis Mikrokontroler ATmega32 Pada Alat VJ3000 Di Stasiun Pemancar Lembaga Penyiaran Publik (LPP) RRI Bandar Lampung*. Skripsi. Universitas Lampung
- Keiser, Gerd. 1991. *Optical Fiber Communications*. Mc Graw-Hill Publishing Company. Singapura.
- Rambe, Ahmad Mulia. 2003. *Penggunaan Serat Optik Plastik Sebagai Media Transmisi Untuk Alat Ukur Temperatur Jarak Jauh*. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Setiono, Andi dan Bambang Widiyatmoko. 2012. *Desain Sensor Beban Kendaraan Menggunakan Teknik Mikrobending Serat Optik*. *TELAAH Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*. 30, (2), 33-36.
- Setiono, Andi., Bambang Widiyatmoko dan Imam Mulyono. 2012. *Kajian Mikrobending sebagai Sensor Beban Berbasis Serat Optik Multimode*. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXVI HFI Jateng & DIY, Purworejo*. 14 April 2012.
- Wahyudi, H. Mochamad. 2013. *Mengenal Teknologi Kabel Serat Optik*. Bina Sarana Informatika. Jakarta.
- Yudistira, Made. 2003. *Komunikasi Serat Optik*. PT. Telekomunikasi Indonesia KANDISTEL. Solo.

