

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kebutuhan akses internet yang tersambung ke rumah semakin meningkat setiap tahunnya. *Nielsen Audience Measurement* menyatakan bahwa terdapat peningkatan jumlah pengguna internet di Indonesia yang mengakses internet dari rumah pada tahun 2012. Pada tahun 2011 hanya 23% pengguna yang mengakses internet dari rumah. Jumlah ini meningkat menjadi 47% pada tahun 2012 (Silalahi, 2013).

Akses internet yang diinginkan pengguna di rumah adalah akses dengan kecepatan tinggi dan *bandwidth* yang lebar. Pengguna menggunakan internet dengan kecepatan tinggi untuk mengakses layanan suara, video, dan data yang dikenal dengan nama *triple play*. Jaringan *triple play* menyediakan ketiga layanan tersebut dalam satu infrastruktur. Hal terpenting untuk memenuhi layanan *triple play* adalah kapasitas *bandwidth* yang memadai (Rouse, 2007).

Teknologi layanan telekomunikasi yang umum digunakan di rumah saat ini menggunakan media transmisi kabel tembaga. Teknologi ini mampu menyediakan layanan dengan kecepatan yang cukup tinggi hingga mencapai 100 Mbps (Genexis, 2013). Kecepatan data tersebut sudah tidak mampu lagi untuk ditingkatkan karena keterbatasan kemampuan yang bisa diberikan kabel tembaga sebagai media transmisi. Penggunaan kabel tembaga juga rentan akan adanya *Electro Magnetic Interference* (EMI). Permasalahan ini dapat diatasi dengan menggunakan media transmisi serat optik (Imran, 1997).

Jaringan serat optik yang memberikan layanan sambungan ke rumah dikenal dengan nama *Fiber To The Home* (FTTH). Jaringan FTTH dengan menggunakan teknologi *Gigabit-Capable Passive Optical Network* (GPON) mampu menyediakan *bandwidth downstream* sebesar 2,488 Gbps dan *bandwidth upstream* sebesar 1,244 Gbps (ITU, 2008). Layanan *triple play* sangat dimungkinkan untuk diberikan oleh GPON karena besar *bandwidth* yang disediakan.

Jenis serat optik yang umum digunakan pada jaringan FTTH adalah serat optik dari bahan kaca. Serat optik kaca memiliki faktor redaman yang rendah namun memiliki kelemahan dalam hal instalasi dan terminasi. Peralatan yang mahal dan kemampuan khusus sangat dibutuhkan dalam instalasi dan terminasi serat optik kaca. Pengguna

jaringan di rumah memiliki kecenderungan untuk mengubah instalasi dan terminasi kabel. Kenyataan ini memberikan kontribusi tingkat kesulitan yang lebih tinggi bila menggunakan serat optik serat optik kaca (Genexis, 2012).

Penggunaan *Plastic Optical Fiber* (POF) dapat menyelesaikan permasalahan. Berdasarkan rekomendasi *International Telecommunication Union* (ITU) dalam ITU-T Rec. G.9960 tentang *in-home networking*, penggunaan kabel POF berstandar *International Electrotechnical Commission* (IEC) dengan kode IEC 60793-2-40 disarankan untuk digunakan pada jaringan FTTH. POF dengan standar tersebut adalah POF jenis *step index multimode* dengan diameter satu milimeter. Serat optik *step index multimode* merupakan jenis serat optik dengan nilai indeks bias inti yang seragam. POF dengan jenis tersebut umum digunakan pada aplikasi sensor, otomotif, dan transmisi jarak pendek. Penggunaan POF memberikan kemudahan dalam instalasi dan terminasi karena secara fisik lebih besar dan fleksibel. Pemotongan dan penyambungan POF tidak membutuhkan alat yang mahal sehingga lebih efisien.

Permasalahan lain yang muncul dalam jaringan serat optik adalah adanya *bending* atau bengkokan. Penggunaan POF *step index multimode* lebih sensitif terhadap bengkokan dibandingkan dengan POF *double step index multimode* yang memiliki dua lapisan selubung (Ziemann *et al*, 2008). Bengkokan pada serat optik akan menyebabkan cahaya meninggalkan area inti serat yang mengakibatkan daya optik yang diterima pada ujung serat oleh detektor akan berkurang. Beberapa bengkokan yang terjadi tidak dapat dicegah, seperti pada saat pengiriman, penyimpanan, pembuatan, instalasi, dan terminasi. Kondisi ini sangat dimungkinkan untuk terjadi bengkokan yang permanen (Jay, 2010).

Terdapat dua jenis *bending* pada serat optik, yaitu *microbending* dan *macrobending*. *Macrobending* terjadi ketika serat optik dibengkokkan dengan jari-jari lebih lebar dibandingkan dengan jari-jari serat optik (Pramono *et al*, 2012). *Macrobending* dapat menyebabkan timbulnya rugi daya yang cukup serius bahkan memungkinkan terjadinya kerusakan mekanis, seperti pecahnya serat optik (Maharani *et al*, 2009). Besar rugi-rugi *macrobending* dipengaruhi oleh besar diameter dan jumlah bengkokan yang terjadi (Kumila, 2013). Rugi-rugi *macrobending* akan naik secara signifikan setelah mencapai nilai *critical radius*. Rugi-rugi ini berpengaruh terhadap kinerja sistem komunikasi serat optik secara keseluruhan. Pada sistem digital kualitas kinerja sistem diukur dalam beberapa parameter, salah satu parameternya adalah *Bit Error Rate* (BER) (Santoso, 2010).

Rugi-rugi *macrobending* yang mempengaruhi kinerja jaringan dapat dihindari dengan melakukan penelitian untuk membuat *Standard Operational Procedure* (SOP) pada instalasi kabel. SOP instalasi dapat dibuat dengan mengetahui hubungan antara rugi-rugi *macrobending* dan pengaruhnya pada kinerja jaringan sehingga penurunan kualitas jaringan dapat dihindari.

Penelitian terkait rugi-rugi *macrobending* pada serat optik telah dimulai pada tahun 1976, ketika Dietrich Marcuse menjelaskan persamaan rugi-rugi bengkokan (Marcuse, 1976: 216). Pada tahun 1986, Harris dan Peters melakukan percobaan pengukuran rugi-rugi *macrobending* sebagai fungsi panjang gelombang dan jari-jari bengkokan (Harris *et al*, 1986). Penelitian-penelitian tersebut menggunakan serat optik berbahan kaca dengan jenis *singlemode*. Penelitian tentang pengaruh bengkokan pada POF dengan menggunakan parameter diameter dan jumlah bengkokan yang berbeda dilakukan oleh Golnabi dan Aghighi pada tahun 2011 (Golnabi *et al*, 2011). Namun penelitian-penelitian tersebut belum melakukan perhitungan parameter kinerja sistem komunikasi serat optik yang berubah karena rugi-rugi *macrobending*.

Penelitian pada skripsi ini akan mengkaji pengaruh rugi-rugi *macrobending* terhadap kinerja POF jenis *step index multimode*. Pemilihan POF jenis *step index multimode* didasarkan pada penggunaannya yang umum secara aplikasi dan standar ITU-T untuk *in-home networking*. Kajian pada penelitian ini ditekankan pada besar BER dan *eye pattern* yang terjadi untuk variasi jumlah dan diameter bengkokan yang ditentukan. Parameter yang dikaji dari *eye pattern* adalah *noise margin*, *timing jitter*, dan *bit rate*.

1.2. Rumusan Masalah

Macrobending adalah bengkokan pada serat optik dengan jari-jari bengkokan lebih lebar dari jari-jari serat optik (Pramono *et al*, 2012). *Macrobending* dapat menyebabkan timbulnya rugi daya yang cukup serius, bahkan memungkinkan terjadinya kerusakan mekanis, seperti pecahnya serat optik (Maharani *et al*, 2009). Besar redaman *macrobending* dipengaruhi oleh besar diameter bengkokan dan jumlah lilitan yang terjadi (Kumila, 2013). Redaman dari *macrobending* sangat berpengaruh terhadap kinerja sistem komunikasi serat optik secara keseluruhan. Parameter yang menjadi indikator kinerja yang dipengaruhi oleh *macrobending* adalah BER dan bentuk *eye pattern*. Berdasarkan permasalahan yang terkait dengan kinerja serat optik, maka perumusan masalah yang dapat dibuat sebagai berikut:

1. Berapa besar BER yang terjadi akibat rugi-rugi *macrobending* untuk variasi jumlah dan diameter bengkokan pada POF jenis *step index multimode*?
2. Berapa besar pengaruh pola *eye pattern* yang terjadi akibat rugi-rugi *macrobending* untuk variasi jumlah dan diameter bengkokan terhadap parameter *noise margin*, *timing jitter*, dan *bit rate* pada POF jenis *step index multimode*?

1.3. Ruang Lingkup

Ruang lingkup yang dimaksud pada penelitian ini adalah lingkup tempat penelitian dan lingkup aspek kajian. Tempat penelitian dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya. Aspek kajian yang dilakukan terhadap permasalahan yang telah dirumuskan ditunjukkan seperti berikut:

1. Parameter kinerja yang diamati adalah BER dan *eye pattern*.
2. Pada *eye pattern* akan dihitung parameter *noise margin*, *timing jitter*, dan *bit rate*.
3. Rugi-rugi *macrobending* yang diamati disebabkan oleh diameter dan jumlah bengkokan yang tersusun dalam bentuk lilitan.
4. Diameter bengkokan yang digunakan sebesar 10 mm, 12 mm, 14 mm, 16 mm, 18 mm, dan 20 mm. Jumlah bengkokan yang tersusun dalam bentuk lilitan yang digunakan antara satu sampai dengan lima lilitan.
5. Pengamatan dilakukan pada panjang gelombang 660 nm.
6. Pengujian dilakukan pada suhu ruangan.
7. Kabel serat optik yang digunakan sepanjang satu meter.

1.4. Tujuan

Tujuan penelitian pada skripsi ini adalah mengkaji pengaruh rugi-rugi *macrobending* terhadap kinerja jaringan POF jenis *step index multimode* yang diindikasikan pada parameter BER, *noise margin*, *timing jitter*, dan *bit rate*.

1.5. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam skripsi ini tersusun atas lima bab yang terdiri atas pendahuluan, tinjauan pustaka, metode penelitian yang dilakukan, hasil eksperimen dan pembahasan, serta penutup yang terdiri atas kesimpulan dan saran. Latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, dan sistematika penulisan diuraikan dalam Bab I.

Bab II adalah tinjauan pustaka. Bab ini mengkaji teori-teori yang menunjang skripsi. Teori yang dibahas adalah tentang POF, sistem komunikasi serat optik, fenomena *macrobending*, dan parameter kinerja serat optik yang terdiri atas BER dan *eye pattern*. Pada Bab III akan diuraikan metode penelitian yang digunakan untuk menjawab rumusan masalah. Tahapan yang dilakukan dalam penelitian adalah penentuan jenis dan cara pengambilan data, variabel dan cara analisis yang digunakan, serta kerangka solusi masalah yang disajikan dalam bentuk diagram alir dan pembahasannya.

Bab IV berisi hasil eksperimen dan pembahasan. Pada bab ini dijelaskan proses untuk mendapatkan data pengukuran beserta spesifikasi perangkat yang digunakan dan analisis data yang telah di dapat dari eksperimen. Kesimpulan dan saran yang diperoleh dari analisis yang telah dilakukan serta pemberian saran-saran diuraikan dalam Bab V.

