

PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IOT) PADA SISTEM PEMANTAUAN KONDISI KABEL SERAT OPTIK KE RUMAH

Mastang¹, M. Ali Pahmi², Harry Ramza³

¹ Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
mastang@stmcileungsi.ac.id

² Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
pahmi@stmcileungsi.ac.id

³ Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
hramza@uhamka.ac.id

ABSTRAK

IOT telah memainkan peranan penting dalam mendukung era Industri 4.0. Pada era ini, sistem otomatisasi pada semua mesin saling terhubung dengan menggunakan perangkat nirkabel. Kinerja dan kondisi mesin dapat selalu dipantau sehingga tindakan perbaikan atau pencegahan bisa segera dilakukan sesegera mungkin. Pemantauan kinerja kabel serat optik menjadi isu yang penting bagi telkom untuk menyediakan pelayanan data secara terus menerus tanpa adanya gangguan sedikitpun. Kabel serat optik membawa cahaya dengan frekuensi tinggi yang bisa menyebabkan kebutaan pada manusia yang terkena kebocoran cahaya tersebut. Oleh karena itu, diperlukan sebuah sistem pemantau dan pengendali secara otomatis apabila terjadi kerusakan atau kebocoran pada kabel serat optik. Sistem ini dibangun dengan menggunakan teknologi IoT. Setiap kabel optik akan terhubung dengan sensor nirkabel yang saling berhubungan dengan sensor lain di kabel optik lain. Sistem ini telah berhasil dibangun dan diimplementasikan dalam sebuah prototype. Berdasarkan hasil pengujian, sistem ini mampu memutus aliran cahaya pada kabel serat optik apabila terjadi kerusakan atau kebocoran.

Kata Kunci: Internet of Thing, pemantauan serat optik, serat optik ke rumah, proteksi serat optik

ABSTRACT

IoT has played an important role in supporting the Industrial 4.0 era. In this era, automation systems on all machines are interconnected using wireless devices. The performance and condition of the engine can always be monitored so that corrective or preventive actions can be carried out as soon as possible. Monitoring the performance of fiber optic cables is an important issue for telkom to provide continuous data services without the any disruption. Optical fiber cables carry light with high frequency which can cause blindness in humans affected by the light leak. Therefore, an automatic monitoring and controlling system is needed to give protection when there is s damage or leakage in the fiber optic cable. This system is built using IoT technology. Each optical cable will be connected to a wireless sensor that is interconnected with other sensors in another optical cable. This system has been successfully built and implemented in a prototype. Based on the results of testing, this system is able to break the flow of light on fiber optic cables in the event of damage or leakage.

Keywords: Internet of Thing, fiber optic monitoring, fiber to the home, fiber optic protection

PENDAHULUAN

Serat Optik ke rumah (Fiber To The Home, FTTH) adalah sistem komunikasi optik yang digunakan untuk mengirimkan sinyal komunikasi melalui kabel serat optik dari terminal talian optik (Optical Line Terminal, OLT) di kantor pusat (Central Office, CO) ke semua pelanggan. Sinyal komunikasi ini dikirim melalui optik bersama kepada pelanggan melalui komponen penyambung dan pembagi optik dengan jarak lebih kurang 20 km. Sinyal optik ditukar kembali menjadi sinyal listrik apabila telah sampai di unit rangkaian optik (Optical Network Unit, ONU) yang dipasang pada rumah pelanggan. FTTH mampu mengirimkan tiga layanan data yaitu suara, video dan internet ke pelanggan (Koonen 2006).

Transmisi data menggunakan sistem FTTH-PON yang efektif dan andal pada serat optik ke rumah tergantung pada efektivitas metode yang digunakan dalam pemantauan dan identifikasi kesalahan dalam serat optik (Maier *et al.* 2000, Keiser 2006, Kwanil Lee *et al.* 2006). Oleh karena itu, sistem pemantauan merupakan bagian penting dari sistem FTTH-PON. Metode yang digunakan dalam pemantauan harus dapat memfasilitasi para teknisi dalam menemukan lokasi masalah untuk perbaikan yang cepat.

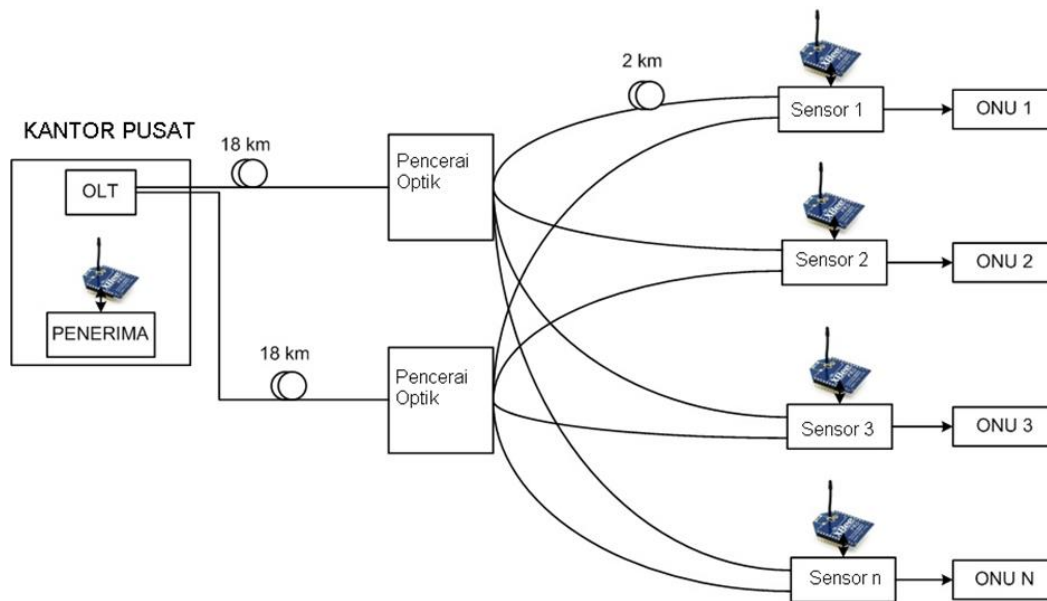
Beberapa sistem pemantauan kesalahan serat optik telah banyak didiskusikan dan disarankan oleh banyak peneliti termasuk (Caviglia *et al.* 1999), (Lee *et al.* 2006), (Chen *et al.* 2006), (Zou *et al.* 2007), dan (Effenberger and Meng, 2008). Tetapi sebagian besar studi mereka terbatas hanya pada penggunaan Optical Time Domain Reflector (OTDR) saja sebagai metode pemantauan optik (Yuksel *et al.* 2008). Namun, penerapan OTDR pada struktur FTTH dengan percabangan (pembagi optik) memiliki beberapa tantangan (Yuksel *et al.* 2008). 1) OTDR tidak dapat memantau kondisi serat optik setelah melewati percabangan optik. 2) OTDR khusus dan lebih mahal diperlukan untuk memantau serat optik pada jarak yang lebih jauh. 3) Dalam beberapa kasus, OTDR harus digunakan berkali kali untuk memastikan lokasi serat optik yang rusak.

OTDR juga memerlukan laser yang sangat besar untuk pengukuran jarak jauh (Zou *et al.* 2007) dan beberapa metode modulasi yang sangat rumit untuk transmisi data ke pelanggan (Effenberger and Meng 2008). Metode lain adalah transmisi sinyal pemantauan dari ONU ke OLT seperti yang disarankan oleh (Thollabandi *et al.* 2009). Namun, metode ini memerlukan

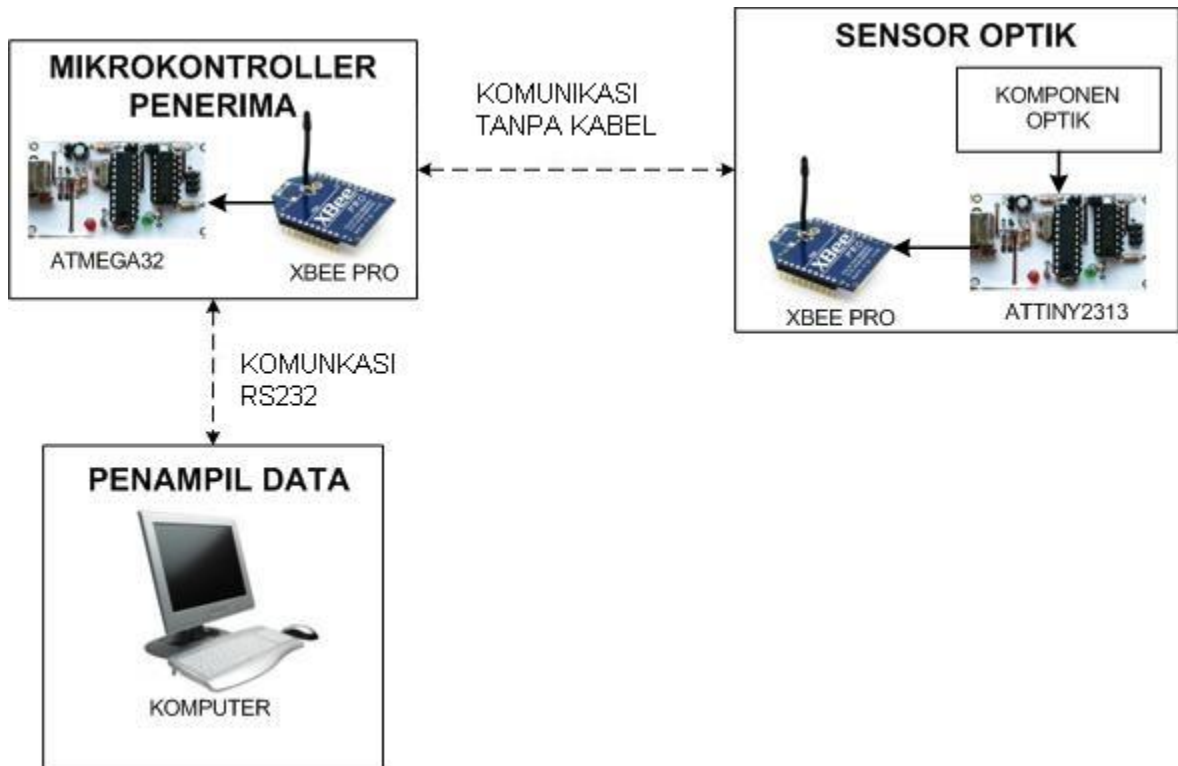
protokol tambahan pada ONU dan tidak semua sistem FTTH-PON bisa mendukung protokol ini. Penelitian ini menggunakan metode lain untuk memantau sinyal optik pada FTTH-PON. Teknik ini menggunakan metode pengambilan sinyal untuk mengambil beberapa persen sinyal optik yang akan masuk ONU. Sinyal-sinyal optik ini akan diproses untuk tujuan pemantauan. Hasilnya akan dikirim ke kantor pusat melalui sistem komunikasi frekuensi radio (Radio Frequency, RF). Hasil pemantauan bisa diakses darimanapun melalui komputer atau gadget yang terhubung dengan internet. Keuntungan dari metode ini adalah bahwa hal itu tidak mengganggu lalu lintas data dan dapat bekerja terus menerus meskipun kerusakan serat optik.

METODE PENELITIAN

Gambar 1 menunjukkan prinsip kerja secara keseluruhan. Kantor pusat akan mengirim sinyal optik melalui jalur sepanjang 18 km. Pembagi optik akan membagi sinyal ini ke sejumlah pelanggan. Jarak antara pembagi optik dan pelanggan adalah 2 km. Sebelum sinyal optik mencapai pelanggan, sistem akan memantau sinyal ini apakah memiliki sinyal video atau tidak. Dalam hal hilangnya sinyal video di saluran optik, sensor-sensor akan mengirimkan informasi kepada teknisi melalui RF dan internet.



Gambar 1. Arsitektur Sistem Pemantauan Optik



Gambar 2. Desain komunikasi sensor dan computer

Gambar 2 menunjukkan desain sistem pemantauan yang terdiri dari tiga komponen utama, komponen optik dan pemancar RF, penerima RF dan komputer. Komponen optik dan transceiver RF terdiri dari sensor optik, komponen listrik dan modul RF (XBee-Pro). Data pemantauan akan dikirim ke penerima RF melalui komunikasi nirkabel. Data yang diterima oleh penerima RF akan ditampilkan di komputer untuk memudahkan teknisi untuk mengidentifikasi kerusakan.

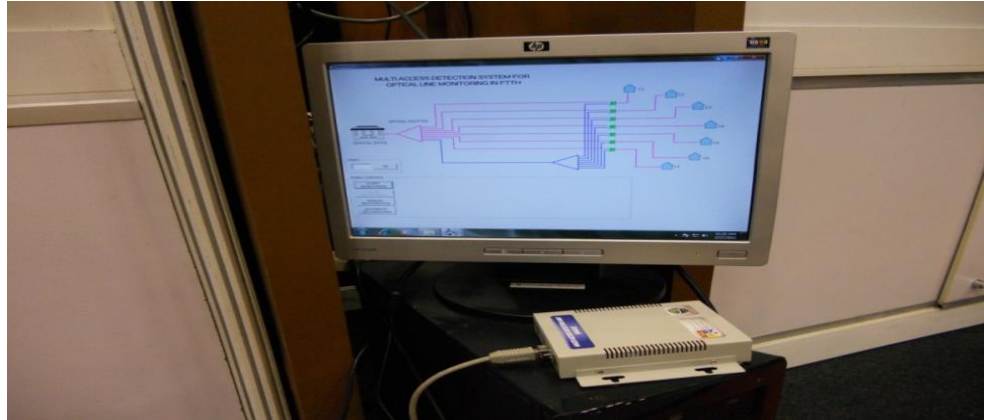
Komponen optik terdiri dari sakelar optik, multiplexer WDM, decoder WDM dan koping fusi. Sinyal optik yang dikirim akan masuk ke sakelar optik. Saklar optik yang dikendalikan oleh pengontrol ini akan menentukan apakah sinyal optik akan diteruskan ke ONU melalui jalur utama atau proteksi. Saklar optik ini menggunakan produk Omron dengan kehilangan penyisipan maksimum 1,2 dB dan kerugian optik minimum 40 dB. Saklar ini bekerja pada 5 volt dengan konsumsi daya 500 mW. Saklar ini juga berfungsi dengan kecepatan maksimum 4 ms. Multiplexer dan decoder WDM bekerja untuk menggabungkan

dan memisahkan sinyal optik berdasarkan panjang gelombang tertentu. Pada sistem ini, decoder WDM membagi gelombang 1550nm dan 1490nm. Gelombang 1550nm dilewatkan ke coupler sebanyak 10%. Sementara multiplexer WDM akan menggabungkan kembali sinyal 1550nm dan 1490nm untuk diteruskan ke pelanggan. Kedua WDM multiplexer menggunakan produk Fiberer dengan kehilangan penyisipan maksimum 0,7 dB dan kerugian optik minimal 50 dB. Dalam DWM multiplexer ini ada filter optik yang berfungsi untuk menyaring panjang gelombang tertentu dan meneruskan gelombang lainnya. Multiplekser WDM ini mampu bekerja pada maksimum 300 mW daya optik.

Pada sistem ini terdapat sensor video berfungsi untuk mendeteksi keberadaan sinyal video dari demodulator. Ini menggunakan IC MAX7461 yang terdiri dari detektor sinyal video sinkron dan filter tingkat rendah. IC ini mampu mendeteksi sinyal video baik dalam bentuk PAL, NTSC atau SECAM dengan tegangan input minimum 130 mV. Output dari IC ini adalah sinyal digital. Ketika mendeteksi sinyal video, ia akan menghasilkan logika 1 tetapi ketika tidak ada sinyal video, ia akan mengeluarkan logika 0. Output dari detektor sinyal video ini akan digunakan sebagai input ke controller untuk proses selanjutnya.

Selanjutnya adalah kontroler yang berfungsi untuk mengontrol dan mengoperasikan sistem pemantauan dan kontrol pada serat optik ke rumah. Kontroler ini menggunakan ATTiny2313 dengan bentuk fisik kecil tetapi memiliki kinerja yang sangat baik. Ia hanya bekerja dengan catu daya 5 volt dan mampu beroperasi pada kecepatan 20 MHz. Ini juga mendukung sistem komunikasi Universal Asynchronous Receiver-Transmitter (UART) yang memungkinkan komunikasi dengan komputer dan perangkat lain dengan menggunakan protokol RS-232.

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 3 Tampilan sistem pemantauan serat optik ke rumah

Gambar 3 menunjukkan modul penerima RF yang terhubung ke komputer. Komputer akan menampilkan seluruh kondisi serat optik yang tersedia di jaringan FTTH-PON yang dapat membantu teknisi dalam mengidentifikasi serat optik yang rusak. Dalam hal terjadi kehilangan sinyal video, maka sistem ini akan mengirimkan informasi kepada penerima. Ketika jarak sensor dalam mendeteksi kesalahan sangat jauh dari penerima, informasi akan diterima terlebih dahulu oleh sensor lain yang lebih dekat ke penerima dan kemudian dikirimkan secara estafet ke kantor pusat.

Untuk mengetahui kinerja sistem, penting untuk memeriksa sinyal RF minimum yang diperlukan untuk mendeteksi sinyal video. Daya RF minimum yang dapat dideteksi oleh penerima RF biasanya disebut MDS (Minimum Detectable Signal) yang memiliki persamaan berikut (Millitech, 2001):

$$\text{MDS} = -174 \text{ dBm} + \text{NF} + \text{Gain} + 10 \log_{10}(\text{MBW})$$

Dimana :

-174 dBm : Tingkat kebisingan pada lebar jalur 1Hz

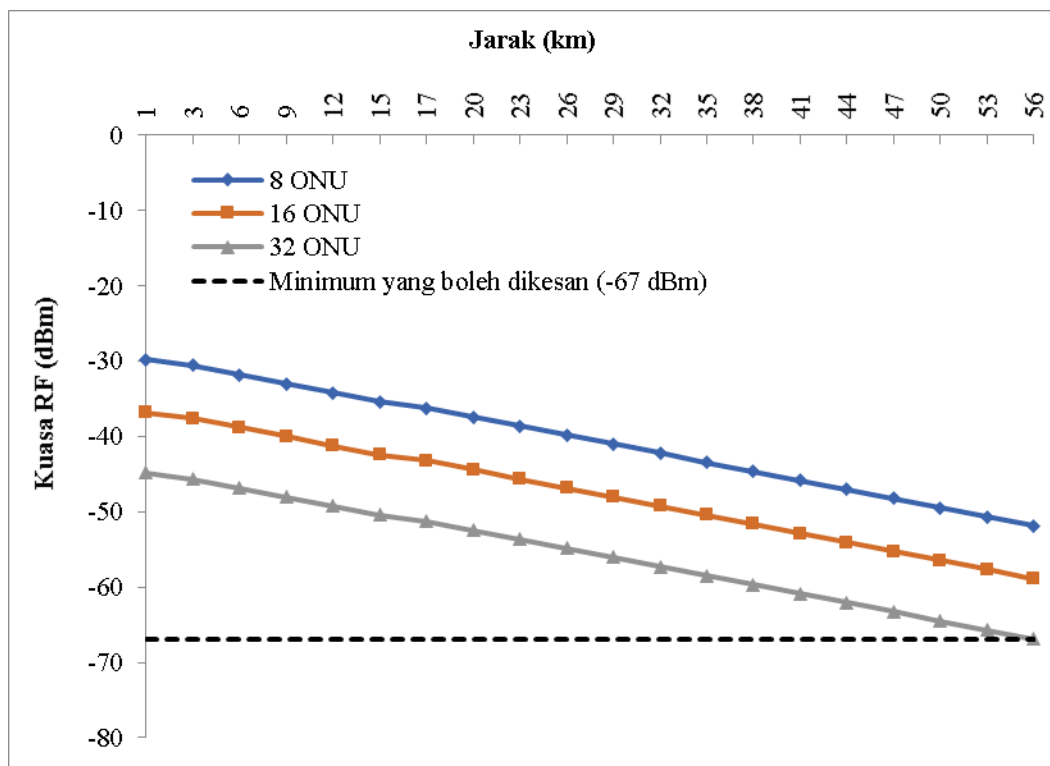
NF : Angka Kebisingan

Gain : Penguatan

MBW : Lebar jalur penerima

Sistem ini menggunakan penguat 25 dB dengan lebar jalur 50 MHz. Secara umum, penerima FTTH, nilai kebisingannya adalah 5 dB (Brillant 2008). Berdasarkan persamaan tersebut, sinyal RF minimum yang dapat dideteksi oleh sistem ini adalah -67 dBm.

Gambar 4 menunjukkan efek panjang serat optik terhadap daya deteksi sistem ini pada berbagai hitungan ONU. Panjang serat optik diatur pada jarak 1 km hingga 56 km. Sedangkan jumlah ONU ditetapkan pada 8, 16 dan 32. Lebar jalur diatur pada 50 Mhz, daya input optik = 0 dBm, rentang frekuensi = 5 MHz, frekuensi = 100 MHz, nilai koefisien 0,10 dan jumlah saluran 80. Tujuan dari karakterisasi ini adalah untuk mengetahui kinerja sistem dalam mendeteksi sinyal video pada berbagai jarak serat optik pada aplikasi FTTH-PON.



Gambar 4 Pengaruh jarak terhadap daya deteksi sistem pada berbagai jumlah ONU

Dari grafik yang diperoleh, pada FTTH-PON dengan ONU 8, nilai daya RF sistem terendah adalah -51,86 dBm pada daya input optimum -15 dBm sedangkan nilai daya RF

sistem tertinggi adalah -29,79 dBm pada daya input optik 4 dBm. Dalam hal ini, sistem dapat mendeteksi semua sinyal video pada jarak 1 hingga 56 km. Ketika jumlah ONU meningkat menjadi 16, nilai daya RF sistem terendah adalah -58,88 dBm pada daya input optik -15 dBm sedangkan nilai daya RF sistem tertinggi adalah -36,81 dBm pada daya input optik 4 dBm. Dalam hal ini, sistem dapat mendeteksi semua sinyal video pada jarak 1 hingga 56 km. Ketika jumlah ONU ditingkatkan menjadi 32, nilai daya RF sistem terendah adalah -66,90 dBm pada daya input optik -15 dBm sedangkan nilai daya RF sistem tertinggi adalah -44,83 dBm pada input daya optik 4 dBm. Dalam hal ini, sistem dapat mendeteksi semua sinyal video pada jarak 1 hingga 56 km.

KESIMPULAN

Sistem pemantauan kondisi serat optik di FTTH-PON berbasis IoT telah berhasil dikembangkan. Penggunaan metode nirkabel sangat efektif dalam memonitor sinyal video pada FTTH-PON. Modul komunikasi nirkabel yang digunakan adalah Xbee-Pro yang memungkinkan untuk mengkomunikasikan sistem komunikasi point-to-point dan beberapa titik ke titik. Sistem komunikasi nirkabel ini tidak akan terganggu bahkan jika serat ke rumah rusak atau kehilangan daya. Studi eksperimental juga telah dilakukan dengan menginstal sistem pada jaringan FTTH-PON. Dari penelitian, sistem ini dapat mendeteksi sinyal video pada jarak 56 km baik dalam jumlah ONU 8, 16 maupun 32.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Sekolah Tinggi Teknologi Muhammadiyah Cileungsi yang telah memberi dukungan pendanaan internal terhadap penelitian ini.

REFERENSI

- Brillant, A. (2008). *Digital and analog fiber optic communications for CATV and FTTx applications*. Wiley-Interscience.
- Caviglia, F., Di Biase, V. C. and Gnazzo, A. (1999). Optical Maintenance in PONs. *Optical Fiber Technology*. Academic Press, 5(4), pp. 349–362.

- Chen, W., B. De Mulder, J. Vandewege & X.-Z. Qiu. 2006. Embedded OTDR monitoring of the fiber plant behind the PON power splitter. *Proceedings of Symp. IEEE/LEOS Benelux Chapter*, Eindhoven, pp. 13-16.
- Effenberger, F. J. and Meng, S. (2008). In-band optical frequency domain reflectometry in PONs. *OFC/NFOEC 2008 - 2008 Conference on Optical Fiber Communication/ National Fiber Optic Engineers Conference*. IEEE, pp. 1–3.
- Keiser, G. (2006). *FTTX concepts and applications*. John Wiley & Sons.
- Koonen, T. (2006). Fiber to the Home/Fiber to the Premises: What, Where, and When?'. *Proceedings of the IEEE*, 94(5), pp. 911–934.
- Kwanil Lee *et al.* (2006). Fiber link loss monitoring scheme in bidirectional WDM transmission using ASE-injected FP-LD. *IEEE Photonics Technology Letters*, 18(3), pp. 523–525.
- Lee, C.-H., Sorin, W. V. and Kim, B. Y. (2006). Fiber to the Home Using a PON Infrastructure. *Journal of Lightwave Technology*, 24(12), pp. 4568–4583.
- Maier, G. *et al.* (2000). Design and cost performance of the multistage WDM-PON access networks. *Journal of Lightwave Technology*, 18(2), pp. 125–143.
- Millitech, L. (2001). Overview of Calculating System Minimum Detectable Signal. *East*, (413), pp. 1–3.
- Thollabandi, M. *et al.* (2009). An optical surveillance technique based on cavity mode analysis of SL-RSOA for GPON. *Optical Fiber Technology*. Academic Press, 15(5–6), pp. 451–455.
- Yuksel, K. *et al.* (2008). Optical layer monitoring in Passive Optical Networks (PONs): A review. *2008 10th Anniversary International Conference on Transparent Optical Networks*. IEEE, pp. 92–98.
- Zou, N. *et al.* (2007). Fault Location for Branched Optical Fiber Networks based on OFDR Technique Using FSF Laser as Light Source. *OFC/NFOEC 2007 - 2007 Conference on Optical Fiber Communication and the National Fiber Optic Engineers Conference*. IEEE, pp. 1–3.