

Pengembangan Software Pengukur Performa Jaringan Komunikasi *Fiber Optic* sebagai Alternatif Transmisi *Node B* berbasis Android

Ervian Arif Muhafid^{1*}

¹Program Studi Fisika Universitas Ma'arif Nahdlatul Ulama Kebumen
Jalan Kusuma No.75 Bumirejo, Kebumen, Jawa Tengah, Indonesia

*Corresponding author e-mail: rvian.a.muhaqid@umnu.ac.id

Info Artikel

Riwayat Artikel :

Diterima 29 Mei 2020

Disetujui 26 Juni 2020

Diterbitkan 29 Mei 2020

Kata Kunci:

Fiber optic;
Optical link budget;
Performa.

ABSTRAK

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengembangan *software android* untuk mengukur performa jaringan *fiber optic* dan untuk membandingkan keakuratan hasil pengujian melalui aplikasi dengan data hasil pengukuran secara riil. Performa yang dibahas dalam penelitian ini yaitu redaman total, *Optical Signal to Noise Ratio* (OSNR) dan *Bit Error Rate* (BER). Metode yang digunakan untuk mendapatkan nilai redaman disepanjang kabel dan redaman total yaitu dengan melakukan pengukuran jaringan *fiber optic* dengan *Optical Time Domain Reflectometer* (OTDR). Setelah melakukan pengukuran, maka data tersebut diproses untuk menghasilkan keluaran berupa performa jaringan yaitu nilai redaman total, OSNR dan BER. Hasil keakuratan dari kedua perbandingan tersebut ditunjukkan dengan prosentase tingkat *error*. Berdasarkan hasil penelitian, pengembangan dilakukan melalui tahapan (1) studi pustaka android yang dijadikan sebagai pemilihan aplikasi akan digunakan; (2) studi pustaka jaringan *fiber optic*; (3) merancang sistem kerja untuk merencanakan alur pekerjaan yang akan dilalui; (4) penentuan jalur dan parameter yang diukur; (5) melakukan pengukuran core dengan instrumen berupa OTDR; (6) perancangan desain aplikasi dan pembuatan program aplikasi berbasis android; (7) dilakukan simulasi program; (8) mengamati dan menganalisa hasil simulasi; (9) pengambilan data dan analisa hasil pengujian dari aplikasi yang telah dibuat; (10) pembuatan laporan dan penarikan kesimpulan dari aplikasi yang telah dibuat. perbandingan keakuratan hasil aplikasi dengan data hasil pengukuran secara riil didapatkan nilai 5.53% untuk perbandingan antara hasil teori dengan nilai hasil pengukuran dan mendapatkan nilai 5.10%.



© 2020 The Authors

This is an open access article under the CC BY license

PENDAHULUAN

Jumlah pengguna dan penggunaan aplikasi pada *smartphone* berdampak pada peningkatan kebutuhan *bandwidth* yang sangat besar. Sehingga teknologi E1 sudah tidak mampu memenuhi kebutuhan tersebut, oleh karena itu penggunaan media transmisi yang tepat untuk kondisi ini yaitu *fiber optic*. *Fiber optic* merupakan media transmisi dengan kemampuan transmisi dalam jumlah besar

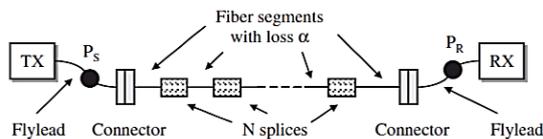
dan cepat. *Fiber optic* dipilih menjadi saluran *backbone* untuk kepentingan telekomunikasi, dalam hal ini penghubung antar *node b*. Karena fungsinya yang sangat penting maka dari segi performa jaringan perlu dilakukan pengawasan secara rutin.

Penelitian sebelumnya melakukan pembuatan sebuah program untuk melakukan pengukuran dan analisis *loss* daya pada *fiber optic* menggunakan matlab (Anwar, dkk, 2015), masih tergolong dalam proses pengukuran berdasarkan simulasi sehingga belum bisa diimplementasikan secara riil di lapangan

untuk membantu *engineer*. Sedangkan pada penelitian yang lain yaitu analisis redaman pada sistem komunikasi serat optik menggunakan metode *link budget* (Wadhana & Setijono, 2010), masih tergolong pada analisa dan perhitungan secara manual sehingga kurang cepat dalam proses perhitungan dan analisisnya.

Keterbatasan tersebut dapat diatasi dengan pembuatan aplikasi berbasis android, dimana android merupakan *operating system* (OS) yang umum digunakan oleh *smartphone*. Maka dari itu, untuk mengukur performa jaringan *fiber optic* diperlukan software pengukur performa jaringan komunikasi *fiber optic* yang berbasis Android untuk memudahkan pengguna dalam segi mobilitas yang sangat tinggi. Performa yang dibahas dalam penelitian ini yaitu redaman total, *Optical Signal to Noise Ratio* (OSNR) dan *Bit Error Rate* (BER).

Link power budget di jaringan komunikasi serat optik adalah alokasi daya optik yang tersedia (dari pemancar menuju penerima), *loss* yang dihasilkan oleh *coupling loss*, pelemahan kabel, *splice loss*, dan *loss connector* untuk memastikan bahwa kekuatan sinyal memadai pada bagian penerima.



Gambar 1 Loss model untuk jaringan point-to-point (Sumber: Keiser, 2003)

Gambar 1 menunjukkan skema dari hubungan antara pemancar (Tx) dan penerima (Rx) yang terhubung dengan *fiber optic* serta konektor, dari jalur tersebut menunjukkan bahwa ada beberapa hal yang turut menyumbang nilai *loss* pada sebuah jalur yaitu jumlah konektor, jumlah *splice* dan panjang kabel yang digunakan (Keiser, 2003, hal. 267). Setiap losses menggunakan satuan decibels (dB), seperti:

$$loss = 10 \log \log \frac{P_{out}}{P_{in}} \quad [1]$$

Dengan:

- Loss = Rugi-rugi
- P_{in} = Daya optik yang masuk pada sistem
- P_{out} = Daya optik yang dihasilkan oleh sistem

Sehingga persamaan matematis untuk daya yang ditransmisikan pada saluran *fiber optic*, ditunjukkan pada persamaan (2).

$$P_t = P_s - P_r$$

$$\therefore P_t = (N \times \alpha_{splice}) + \alpha L + (2 \times \alpha_{con}) + M_{\alpha} + \text{Other loss} \quad [2]$$

Dengan:

- P_t = *Optical power transmit - loss*
- P_s = *Optical power source*
- P_r = *Optical power receive - minimum receiver sensitivity*
- N = Jumlah titik sambung (*splice*)
- α_{splice} = Rugi-rugi sambungan
- α_{con} = Rugi-rugi konektor
- αL = Rugi-rugi panjang kabel
- M_{α} = Sistem margin

OSNR merupakan perbandingan dari daya sinyal yang dipancarkan dengan daya *noise* yang terjadi saat proses transmisi sinyal optik. Pada kondisi jaringan WDM *long-haul* (jaringan yang terbentang hingga ratusan kilometer) diperlukan pemasangan *amplifier* untuk meningkatkan daya sinyal, hal ini terjadi karena adanya nilai OSNR yang menyebabkan pelemahan daya sinyal (Antony & Gumaste, 2003). Jaringan *long-haul* dipastikan melewati banyak jalur, dimana tiap jalur memiliki nilai OSNR, nilai OSNR tiap jalur ditunjukkan pada persamaan (3).

$$OSNR = \frac{P_{in}}{NFhfB_o} \quad [3]$$

Dengan:

- P_{in} = Daya masukan (W)
- NF = *Noise figure* tiap jalur (dB)
- h = Konstanta Planck ($6,6260 \times 10^{-34}$)
- f = Frekuensi Optik (Hz)
- B_o = *Bandwidth Optical* (Hz)

BER merupakan rasio/tingkat *error* bit yang ditransmisikan dari pemancar menuju penerima. Sehingga, jika dalam proses transmisi memiliki nilai BER yang besar maka data yang ditransmisikan akan memiliki kemungkinan terjadinya perubahan data ketika ditransmisikan dan berdampak terjadinya kesalahan saat diubah menjadi data orisinal (Antony & Gumaste, 2003). Secara matematis ditunjukkan pada persamaan 4.

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{Q}{\sqrt{2}} \right) \quad [4]$$

Dengan:

- Q = Faktor Q (dB)

Karena pada persamaan 2.4 terdapat nilai Q, maka selanjutnya untuk mendapatkan nilai Q bisa menggunakan persamaan 5.

$$Q_{dB} = OSNR + 10 \log \log \frac{B_o}{B_c} \quad [5]$$

Dengan:

- B_o = *Optical bandwidth* (Hz)
- B_c = *Electrical bandwidth* (Hz)
- OSNR = *Optical Signal to Noise Ratio* (dB)

Untuk mendapatkan nilai B_o dan B_c dapat menggunakan persamaan 2.6 yang merujuk pada (Roychoudhuri, 2000, hal. 333).

$$B_c = 0.707 \times B_o \quad [6]$$

Dengan:

B_o = Optical bandwidth (Hz)

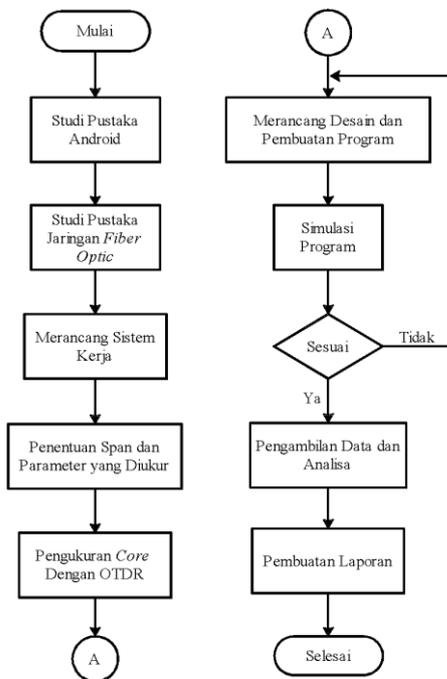
B_c = Electrical bandwidth (Hz)

Rumusan masalah yang digunakan untuk pembuatan software pengukur performa jaringan komunikasi *fiber optic* adalah (1) Bagaimana mengembangkan *software android* untuk mengukur performa jaringan *fiber optic*?; (2) Bagaimana perbandingan keakuratan hasil aplikasi dengan data hasil pengukuran secara riil? Serta tujuan penelitian mengenai pembuatan software pengukur performa jaringan komunikasi *fiber optic* (1) untuk mengetahui pengembangan *software android* untuk mengukur performa jaringan *fiber optic*; (2) untuk membandingkan keakuratan hasil pengujian melalui aplikasi dengan data hasil pengukuran secara riil.

METODE

2.1. Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian yang dilakukan dalam pembuatan aplikasi ditunjukkan dalam Gambar 2.

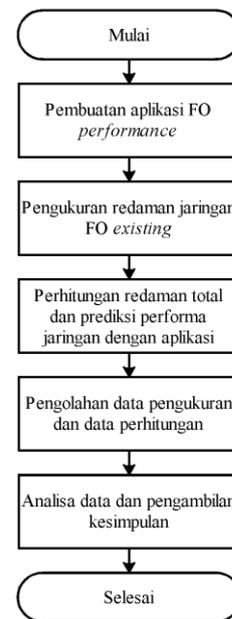


Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian
 Penjelasan Gambar 2 adalah:

1. Tahap pertama yaitu studi putaka android yang dijadikan sebagai pemilihan aplikasi akan digunakan.
2. Tahap kedua yaitu studi pustaka jaringan *fiber optic*.
3. Tahap ketiga yaitu merancang sistem kerja untuk merencanakan alur pekerjaan yang akan dilalui.
4. Tahap keempat yaitu penentuan jalur dan parameter yang diukur.
5. Tahap kelima yaitu melakukan pengukuran core dengan instrumen berupa OTDR.
6. Tahap keenam yaitu perancangan desain aplikasi dan pembuatan program aplikasi berbasis android.
7. Tahap ketujuh yaitu dilakukan simulasi program.
8. Tahap kedelapan yaitu mengamati dan menganalisa hasil simulasi.
9. Tahap kesembilan yaitu pengambilan data dan analisa hasil pengujian dari aplikasi yang telah dibuat.
10. Tahap terakhir yaitu pembuatan laporan dan penarikan kesimpulan dari aplikasi yang telah dibuat.

2.2. Perencanaan Sistem Keseluruhan

Blok diagram rancangan sistem keseluruhan yang dibuat ditunjukkan dalam Gambar 3.



Gambar 3 Blok diagram rancangan sistem keseluruhan

Penjelasan Gambar 3 adalah:

1. Tahap pertama pembuatan aplikasi FO *performance*.

2. Tahap kedua pengukuran redaman jaringan FO *existing*.
3. Tahap ketiga perhitungan redaman total dan prediksi performa jaringan dengan aplikasi.
4. Tahap keempat pengolahan data pengukuran dan data perhitungan.
5. Tahap kelima analisa data dan pengambilan keputusan.

2.3. Perhitungan Hasil Eksperimen

Perhitungan hasil eksperimen merupakan kumpulan persamaan matematis yang digunakan untuk mengolah data primer setelah didapatkan dari kegiatan eksperimen.

Untuk perhitungan redaman total menggunakan persamaan:

$$A = (N_s \times \alpha_{splice}) + (\alpha_{long} \times L) + (N_c \times \alpha_{con}) + Other\ loss \quad [7]$$

Dengan:

- A = Redaman total
- N_s = Jumlah titik sambung (*splice*)
- N_c = Jumlah penggunaan konektor
- α_{splice} = Rugi-rugi sambungan
- α_{con} = Rugi-rugi konektor
- α_{long} = Rugi-rugi panjang kabel

Untuk perhitungan OSNR menggunakan persamaan:

$$OSNR_{dB} = 301.787 + P_{in,dBm} - NF - 10 \log \log (f) - 100.96 \quad [8]$$

Dengan:

- OSNR = *Optica Signal to Noise Ratio* (dB)
- P_{in,dBm} = Daya masukan (dBm)
- NF = *Noise figure* tiap jalur (dB)
- f = Frekuensi optik (Hz)

Untuk perhitungan BER perlu menggunakan beberapa persamaan karena nilai yang didapatkan tidak bisa instan. Langkah awal yang harus dihitung adalah nilai B_c dengan persamaan (9), selanjutnya menghitung nilai Q_{dB} dengan persamaan (10), kemudian menghitung nilai BER dengan persamaan (11).

$$B_c = 0.707 \times B_o \quad [9]$$

$$Q_{dB} = OSNR + 10 \log \log \frac{B_o}{B_c} \quad [10]$$

$$BER = \frac{1}{2} \operatorname{erfc} \left(\frac{Q}{\sqrt{2}} \right) \quad [11]$$

Dengan:

- BER = *Bit Error Rate*
- B_o = *Optical bandwidth* (Hz)
- B_c = *Electrical bandwidth* (Hz)
- Q_{dB} = Faktor Q (dB)

OSNR = *Optica Signal to Noise Ratio* (dB)

HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Aplikasi

Hasil pengujian software pengukur performa jaringan komunikasi fiber optic menampilkan screenshot dari desain halaman secara keseluruhan yang sudah dibangun di dalam sebuah aplikasi “FO Performance”. Berikut beberapa tampilan dari aplikasi yang dibuat.



Gambar 4 Beberapa tampilan halaman aplikasi

Gambar 4 merupakan contoh beberapa tampilan dari aplikasi yang sudah dibuat. Mulai dari sebelah kiri merupakan halaman *splash screen*, halaman utama, dan halaman primary data.

3.2. Keakuratan Hasil Pengukuran dengan Teori

Berdasarkan pengukuran di lapangan Nilai Keakuratan hasil pengukuran dengan teori menunjukkan bahwa nilai rata-rata tingkat error yang didapatkan sebesar 5.53%. Nilai tersebut didapatkan dari perbandingan data hasil pengukuran dengan data perhitungan berdasarkan teori. Kemudian setelah dibandingkan nilainya dimutlakan yang selanjutnya dibandingkan dengan teori. Berdasarkan data yang dibandingkan di dalam tabel dapat dilihat bahwa terdapat beberapa dua kondisi. Kondisi pertama yaitu nilai yang didapatkan dari kegiatan pengukuran memiliki nilai redaman yang lebih besar dari nilai redaman yang didapatkan berdasarkan perhitungan, sedangkan kondisi yang lain yaitu nilai redaman yang didapatkan berdasarkan perhitungan lebih besar dari nilai redaman yang didapatkan dari kegiatan pengukuran.

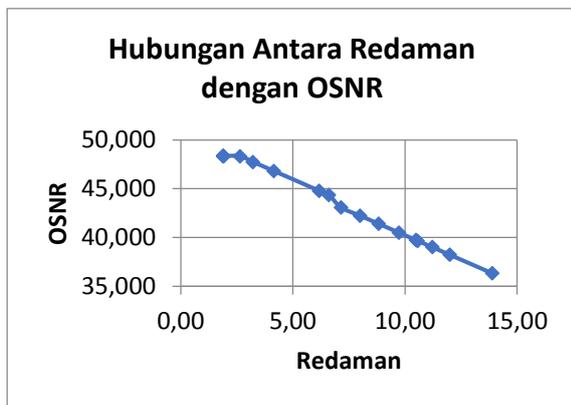
3.3. Keakuratan Hasil Pengukuran dengan Aplikasi

Berdasarkan pengujian keakuratan hasil pengukuran dengan hasil aplikasi terdapat beberapa *core* yang nilai *error* melebihi batas yang ditentukan

seperti pada *core* 26 sebesar 15.58%, setelah diamati ternyata tingkat error sebesar itu dikarenakan pada pengukuran bernilai 0.357 lebih kecil daripada nilai perhitungan aplikasi sehingga *core* tersebut memiliki kualitas yang baik. Maka pengamatan data tetap harus memperhatikan perbandingan antara kedua kondisi tersebut. Jika terdapat sebuah *core* dengan nilai *error* yang relatif besar maka lakukan pengamatan mengenai nilai mana yang lebih besar antara nilai hasil pengukuran dengan nilai hasil perhitungan aplikasi. Nilai rata-rata tingkat *error* yang didapatkan dari hasil pengujian ini sebesar 5.10%.

3.4. Hubungan Redaman, OSNR dan BER

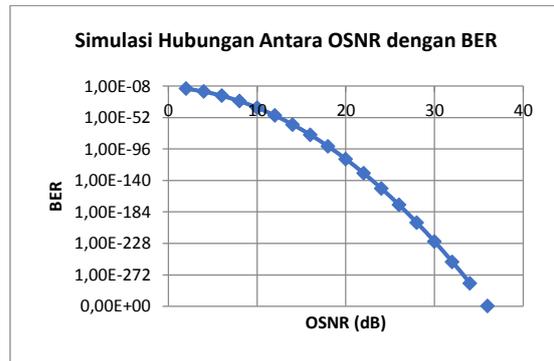
Hubungan antara redaman dengan OSNR, untuk hubungan antara OSNR dengan BER ditunjukkan dalam grafik yang ditunjukkan sebagai berikut.



Gambar 5. Grafik hubungan antara redaman dengan OSNR

Tabel 1. Simulasi data untuk hubungan antara OSNR dengan BER

No	Jalur	OSNR	BER
1	Contoh simulasi	2	0.000227614
2	Contoh simulasi	4	1.83742E-08
3	Contoh simulasi	6	3.05259E-14
4	Contoh simulasi	8	9.92525E-22
5	Contoh simulasi	10	6.1666E-31
6	Contoh simulasi	12	7.22618E-42
7	Contoh simulasi	14	1.58458E-54
8	Contoh simulasi	16	6.46914E-69
9	Contoh simulasi	18	4.90002E-85
10	Contoh simulasi	20	6.8689E-103
11	Contoh simulasi	22	1.7788E-122
12	Contoh simulasi	24	8.4978E-144
13	Contoh simulasi	26	7.4811E-167
14	Contoh simulasi	28	1.2126E-191
15	Contoh simulasi	30	3.6166E-218
16	Contoh simulasi	32	1.9835E-246
17	Contoh simulasi	34	1.9996E-276
18	Contoh simulasi	36	3.7037E-308
19	Contoh simulasi	38	0



Gambar 6. Grafik simulasi hubungan antara OSNR dengan BER

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian dan pembahasan software pengukur performa jaringan komunikasi *fiber optic* dapat diperoleh beberapa kesimpulan, yaitu: a). (1) studi pustaka android yang dijadikan sebagai pemilihan aplikasi akan digunakan; (2) studi pustaka jaringan *fiber optic*; (3) merancang sistem kerja untuk merencanakan alur pekerjaan yang akan dilalui; (4) penentuan jalur dan parameter yang diukur; (5) melakukan pengukuran *core* dengan instrumen berupa OTDR; (6) perancangan desain aplikasi dan pembuatan program aplikasi berbasis android; (7) dilakukan simulasi program; (8) mengamati dan menganalisa hasil simulasi; (9) pengambilan data dan analisa hasil pengujian dari aplikasi yang telah dibuat; (10) pembuatan laporan dan penarikan kesimpulan dari aplikasi yang telah dibuat.; b) Hasil keakuratan dari perbandingan antara hasil pengukuran dengan pengukuran riil ditunjukkan dengan prosentase tingkat *error*, didapatkan nilai rata-rata tingkat *error* sebesar 5.53%. Sedangkan hasil keakuratan dari perbandingan antara nilai pengukuran menggunakan OTDR dengan nilai perhitungan aplikasi ditunjukkan dengan prosentase tingkat *error*, didapatkan nilai rata-rata tingkat *error* sebesar 5.10%.

Saran untuk perbaikan dan pengembangan sistem yang sudah dibuat adalah: 1) Dapat dikembangkan lagi dengan menambahkan beberapa fitur baru seperti penambahan hasil keluaran berupa grafik sehingga dapat menyerupai OTDR secara praktis; 2) Penambahan parameter pada bagian masukan, proses analisa dan hasil pemrosesan agar data yang diolah menjadi lebih luas dan mencakup banyak hal terkait *fiber optic*; 3) Proses memasukkan data masih dilakukan secara manual, maka kedepannya dapat dilakukan secara otomatis dengan melakukan *import file* dari hasil pengukuran OTDR;

4) Aplikasi dapat dikembangkan ke sistem operasi lain seperti IOS.

Daftar Pustaka

- Agrawal, G. P. (2002). *Fiber-optic communications system, third edition*. British: John Wiley & Sons, Inc.
- Antony, T., & Gumaste, A. (2003). *DWDM network designs and engineering solutions*. <http://www.ciscopress.com/articles/printerfriendly/30886>, 9 April 2020
- Anwar, R., Rosmiati, M., & Zani, T. (2015). Pembuatan aplikasi pengukuran dan analisis loss daya fiber optik menggunakan matlab. *Jurnal Tugas Akhir*. Universitas Telkom, Bandung.
- Badriyah, T. (2007). *Lecturer pens.*, dari Lecturer Pens Web site: <http://tessy.lecturer.pens.ac.id/kuliah/db2/klasifikasi.pdf>, 9 April 2020
- Bonaventura, G. (2010). *Optical fibers, cables and systems*. Geneva: ITU-T Manual.
- Chomycz, B. (2009). *Planning fiber optics networks*. New York: McGraw-Hill Companies, Inc.
- GN Nettest. (2000). *Understanding OTDRs, part #33881 rev. a*. New York: GN Nettest.
- Keiser, G. (2003). *Optical communication essentials*. New York: McGraw-Hill Book Co.
- Kothari, C. R. (2004). *Research methodology methods and techniques 2th ed.*. New Delhi: New Age International Publishers.
- Meier, R. (2012). *Professional android 4 application development*. Indianapolis: John Wiley & Sons Inc.
- Muhafid, E.A & Primadi, M.R. (2014). Pengembangan alat eksperimen bunyi dengan sistem akuisisi data berbasis smartphone android. *Jurnal Fisika 4* (2), ISSN 2088-2509.
- Roychoudhuri, C. (2000). *Fiber optic telecommunication. dalam n. massa, fundamentals of photonics*. Springfield: University of Connecticut.
- Wadhana, E. K., & Setijono, H. (2010). Analisa redaman serat optik terhadap kinerja sistem komunikasi serat optik menggunakan metode optical link power budget. *Jurnal Skripsi*, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.