

ANALISIS PENGARUH PERUBAHAN KECEPATAN KOMUNIKASI DATA PEER-TO-PEER DENGAN MENGGUNAKAN MEDIA PLASTIC OPTICAL FIBER

Ira Ayu Martasari M.¹, Dr.Ir.Soleh Hadi Pramono, MS², Sapriesty Nainy Sari, ST., MT³

¹Mahasiswa Teknik Elektro, ^{2,3}Dosen Teknik Elektro, Universitas Brawijaya

Jalan MT. Haryono 167, Malang 65145, Indonesia

E-mail: iraayumartasari@gmail.com

Abstrak—Komunikasi data telah menjadi kebutuhan untuk bertukar data antar pengguna dalam suatu jaringan komputer. Dengan menggunakan *Plastic Optical Fiber (POF)* sebagai media transmisi data, diharapkan tundaan waktu dalam bertukar data menjadi semakin kecil dan reabilitas jaringan komputer juga terjamin. POF dipilih karena kemudahan dalam proses instalasi dan terminasinya. POF membutuhkan perangkat *transceiver* agar dapat digunakan pada jaringan komputer. *Transceiver* optik dapat menggunakan berbagai jenis antar muka, salah satunya RS232. Antar muka RS232 dapat digunakan untuk membentuk jaringan *peer-to-peer*. Pada penelitian ini akan dilakukan kajian secara eksperimen tentang pengaruh kecepatan dan besarnya data yang dikirim terhadap performansi jaringan *peer-to-peer* dengan media POF. Berdasarkan hasil penelitian, kecepatan yang digunakan memberikan pengaruh terhadap *delay*, *throughput*, dan parameter *eye pattern*. Dengan semakin tingginya kecepatan yang digunakan, nilai *delay* semakin turun dari 836 detik ke 24 detik, nilai *throughput* semakin naik dari 1.196 bps ke 29.412 bps, nilai *noise margin* semakin turun dari 89,505% ke 81,248%, nilai *timing jitter* naik dari 1,654% ke 48,580%, dan nilai *bit rate* naik dari 1.196 bps ke 37.369 bps.

Kata Kunci — Kecepatan, *throughput*, RS232, dan POF.

I. PENDAHULUAN

Teknologi serat optik mulai digunakan dan dikembangkan di dalam kantor atau rumah. Berdasarkan rekomendasi *International Telecommunication Union (ITU)* dalam ITU-T Rec. G.9960 tentang teknologi G.hn, FITH (*Fiber In The Home*) disarankan menggunakan *Plastic Optical Fiber (POF)* jenis *step index multimode* berdiameter satu milimeter. IEEE juga mengeluarkan standar bus *input/output serial* berkecepatan tinggi, yaitu IEEE-1394 yang memiliki kecepatan maksimal 393 Mbps. Namun IEEE-1394 memiliki keterbatasan pada jarak transmisi karena hanya mampu untuk transmisi pada

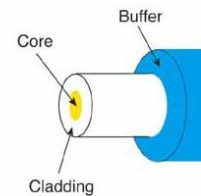
jarak maksimal 4,5 meter [1]. Dengan mengkombinasikan antara IEEE-1394 dan POF, akan didapatkan layanan dengan *bandwidth* lebar yang mendukung layanan *triple play* (akses data, suara, dan video) dan mendukung jarak hingga 100 m serta integrasi layanan telepon, IP TV, internet, dan sistem keamanan rumah dalam satu kabel. [2].

Telah dilakukan penelitian tentang POF dengan menggunakan antar muka ethernet, USB, HDMI, dan SATA [3]. Namun belum ada penelitian yang menggunakan antar muka serial pada komunikasi serat optik, sehingga diperlukan suatu penelitian yang menggunakan port serial yang ada pada PC, yaitu RS232 yang digunakan sebagai antar muka POF.

Antar muka serial hanya dapat mengirimkan satu bit data dalam satu waktu, sehingga antar muka serial memiliki keterbatasan dalam kecepatan pengiriman data [4]. Walaupun antar muka serial sudah mulai ditinggalkan, antar muka ini masih digunakan untuk komunikasi perangkat *Data Communication Equipment (DCE)* seperti modem atau modul karena kemudahan dalam implementasinya [5]. Sehingga diperlukan suatu analisis kualitas komunikasi data serat optik dengan menggunakan antar muka RS232. Parameter kinerja yang diamati adalah *delay*, *throughput*, dan *eye pattern*. Konfigurasi jaringan komputer yang digunakan pada penelitian ini adalah *peer-to-peer*, yaitu komunikasi data yang hanya melibatkan dua komputer.

II. TINJAUAN PUSTAKA

Plastic optical fiber merupakan salah satu jenis serat optik yang terbuat dari plastik. Bahan *polymethylmethacrylate (PMMA)* atau *plexiglass* dengan indeks bias 1,49 digunakan sebagai *core*. POF yang terbuat dari bahan PMMA umumnya bekerja dengan gelombang tampak (merah, hijau, atau biru). POF memiliki struktur bagian yang sama dengan serat optik kaca. Hal ini ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Serat Optik[6]

POF digunakan sebagai pengganti *Glass Fiber Optic (GOF)* pada komunikasi jarak pendek dan umumnya tidak lebih dari 1 km. POF biasanya digunakan sebagai saluran transmisi yang berada di dalam rumah atau gedung. Proses instalasi POF lebih mudah dilakukan dan harga POF lebih murah. POF menawarkan banyak kemudahan namun tetap memiliki performansi yang baik karena *bandwidth* yang lebar.

Suatu jaringan dapat disebut dengan *peer-to-peer* jika komponen dari jaringan tersebut berbagi salah satu sumber daya yang dimiliki, seperti *processing power*, kapasitas penyimpanan, kapasitas akses jaringan, atau printer. Sumber daya tersebut merupakan sumber daya yang penting untuk menunjang layanan dan konten yang ditawarkan oleh jaringan (seperti berbagi dokumen). Selain itu, sumber daya yang dibagikan dapat diakses oleh *node* yang lain.

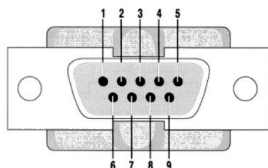
Konfigurasi jaringan *peer-to-peer* dapat dikatakan sebagai kebalikan dari konfigurasi *client/server*. Pada *client/server* ada sebuah perangkat yang berfungsi sebagai

server yang melayani perangkat lainnya pada jaringan tersebut. Pada konfigurasi *client/server*, sebuah perangkat dapat berperan sebagai *server* atau *client* namun dalam waktu yang berbeda. Sedangkan pada konfigurasi *peer-to-peer*, semua perangkat dapat berperan sebagai *servant (server-client)* dalam waktu yang bersamaan. Sehingga kedua perangkat dapat saling bertukar data dalam waktu yang bersamaan dan memiliki kedudukan yang sama [7].

Jaringan *peer-to-peer* yang digunakan pada penelitian ini menggunakan port RS232 sebagai antar muka. RS232 merupakan salah satu standar antar muka (*interface*) serial yang dipublikasikan oleh *Electronics Industries Association (EIA)* pada tahun 1960. Pada R232, bit '1' direpresentasikan sebagai tegangan *low*, yaitu antara -3V hingga -25V, bit '0' direpresentasikan sebagai tegangan *high*, yaitu antara +3V hingga +25V, dan untuk tegangan -3V dan +3V dianggap sebagai status mengambang dan tidak dianggap. RS232 menggunakan prinsip asinkron dalam proses pengiriman data. Setiap *byte* data ditandai dengan *start* dan *stop* bit agar penerima dapat mengetahui awal dan akhir *byte* data yang dikirimkan. Suatu *frame* diawali dari *start* bit, data bit, *parity*, dan *stop* bit. *Start* bit panjangnya hanya 1 bit. Data dalam 1 *byte* bisa terdiri atas 7 atau 8 bit (umumnya 8 bit). *Parity* terdiri dari 1 bit yang digunakan sebagai deteksi kesalahan. Suatu komunikasi serial bisa berlangsung meskipun tanpa *parity* di dalamnya. Dan bit *stop* terdiri atas 1 atau 2 bit yang kondisinya sama dengan kondisi *idle* [8].

Perangkat yang menggunakan kabel serial untuk komunikasinya adalah *Data Communication Equipment (DCE)* dan *Data Terminal Equipment (DTE)*. DCE adalah perangkat seperti modem, plotter, dan modul. Sedangkan DTE adalah komputer atau terminal.

RS232 memiliki 9 pin yang memiliki fungsi masing-masing. Untuk dapat berkomunikasi secara dua arah, RS232 minimal harus menghubungkan 3 pinnya dengan kabel, yaitu pin TX, RX, dan *Ground*. Sedangkan pin dan sinyal yang lain berfungsi dalam proses *handshaking*. Bit rate maksimum RS232 yang umumnya digunakan adalah 115.200 bps [9]. Gambar 2 menunjukkan pin yang ada pada RS232 [10].



Gambar 2. Antar Muka RS232 [10]

Keandalan sistem komunikasi serat optik yang digunakan pada jaringan diindikasikan melalui beberapa parameter. Parameter-parameter tersebut akan mengindikasikan perubahan kinerja jika terdapat perubahan kecepatan yang digunakan. Parameter yang digunakan terdiri atas *throughput*, *delay*, dan *eye pattern*.

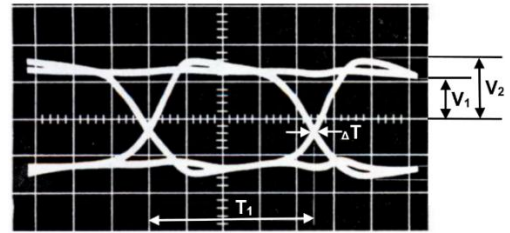
Delay merupakan waktu yang dibutuhkan oleh sebuah paket data tiba di penerima. Waktu tersebut terhitung sejak pengiriman bit pertama oleh transmitter hingga bit terakhir diterima oleh receiver [11]. Pada penelitian ini, *delay* diukur dengan menggunakan perangkat lunak Hyperterminal.

Throughput mengukur secara nyata seberapa cepat suatu data dikirim pada jaringan. *Throughput* memiliki sifat yang hampir sama dengan *bandwidth*, namun pada kenyataannya keduanya adalah parameter yang berbeda. Apabila sebuah

jalur memiliki *bandwidth* sebesar B, maka jalur tersebut hanya mampu mengirimkan data sejumlah T bps melalui jalur tersebut, dimana T lebih kecil daripada B. Dengan kata lain, *bandwidth* adalah pengukuran potensi dari sebuah jalur dalam mengirimkan data, sedangkan *throughput* adalah pengukuran secara nyata seberapa cepat pengiriman data dapat dilakukan [11]. *Throughput* dihitung dengan menggunakan Persamaan (1).

$$\text{Throughput (bps)} = \frac{\text{jumlah bit total}}{\text{waktu total}} \quad (1)$$

Eye pattern adalah tampilan osiloskop dari sinyal digital yang mengalami proses *sampling* beberapa kali untuk mendapatkan tampilan dari karakteristik sinyal tersebut. *Eye pattern* terbentuk dengan melakukan *superimpose* dari beberapa baris bit. Bentuk *eye pattern* pada osiloskop beserta parameternya ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Eye Pattern [12]

Parameter yang dapat dihitung berdasarkan Gambar 4 adalah:

a. Noise Margin

Noise margin adalah kekebalan terhadap *noise* yang ditunjukkan dengan lebar panjang *eye opening* pada waktu *sampling*. *Noise margin* dihitung menggunakan Persamaan (2) [13].

$$\text{Noise margin (\%)} = \frac{V_1}{V_2} \times 100\% \quad (2)$$

dengan:

V_1 = puncak sinyal dilihat dari besar *eye opening* (Volt)

V_2 = tegangan maksimum sinyal (Volt)

b. Timing Jitter

Timing Jitter adalah rasio jumlah distorsi terhadap *bit interval*. *Timing jitter* dihitung menggunakan Persamaan (3) [13].

$$\text{Timing Jitter (\%)} = \frac{\Delta T}{T_b} \times 100\% \quad (3)$$

dengan:

ΔT = jumlah distorsi (s)

T_b = *bit interval* (s)

c. Bit Rate

Bit Rate adalah kecepatan pengiriman data pada transmisi. *Bit rate* dapat dihitung dari *bit interval* dengan menggunakan Persamaan (4)[13].

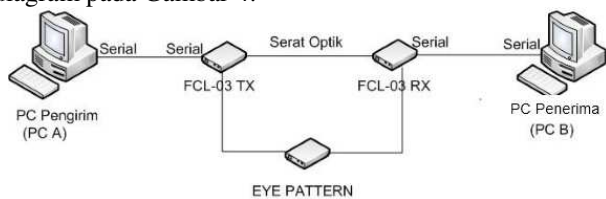
$$\text{Bit Rate} = \frac{1}{T_b} \quad (4)$$

III. METODE PENELITIAN

Penelitian yang dilakukan adalah penelitian yang bersifat eksperimen, yaitu menguji dan menganalisis pengaruh perubahan kecepatan komunikasi data *peer-to-peer* terhadap performansi POF sebagai media transmisi komunikasi data.

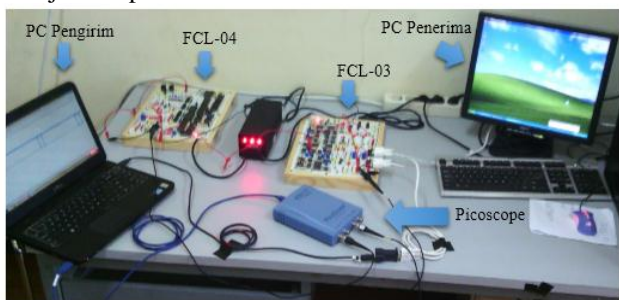
Data yang diperlukan dalam kajian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan dari hasil pengukuran pengaruh variasi kecepatan terhadap

komunikasi data menggunakan POF dilihat dari parameter *throughput*, *delay*, dan *eye pattern*. Rancangan konfigurasi perangkat eksperimen ditunjukkan dalam bentuk blok diagram pada Gambar 4.



Gambar 4. Blok Diagram Penelitian

PC pengirim mengirimkan *file .txt* dengan berbagai ukuran, dimulai dari 1×10^4 bit hingga 1×10^6 bit. Data yang dikirim kemudian diubah oleh LED menjadi sinyal optik dengan panjang gelombang 660 nm. Sinyal optik ditransmisikan melalui POF sepanjang dua meter menuju *photo diode*. Variasi kecepatan yang digunakan adalah 1.200, 2.400, 4.800, 9.600, 19.200, dan 38.400 bps. *Software PicoScope 6.0* digunakan untuk menampilkan *eye pattern* dari osiloskop ke laptop. Susunan perangkat ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Susunan Perangkat Eksperimen

Data hasil eksperimen digunakan sebagai bahan analisis. Analisis dilakukan dengan menghitung nilai *delay*, *throughput*, dan *eye pattern* untuk tiap kecepatan dan jumlah data yang dikirimkan. Langkah-langkah analisis pengaruh kecepatan terhadap *delay*, *throughput*, dan *eye pattern* ditunjukkan pada Gambar 6.

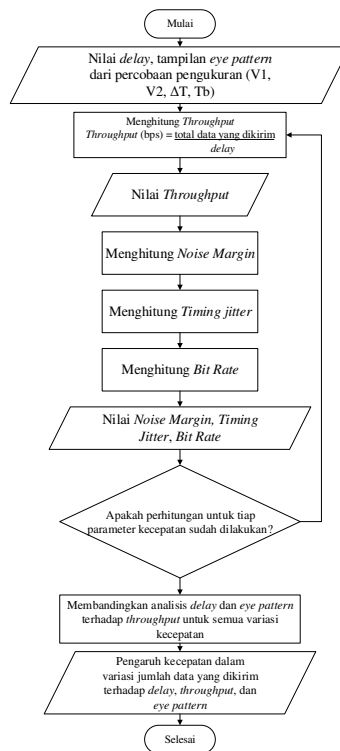
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan ditekankan pada analisis pengaruh variasi kecepatan terhadap kinerja jaringan *peer-to-peer* pada parameter *throughput*, *delay*, dan *eye pattern*. Hasil eksperimen ditunjukkan pada grafik yang selanjutnya dilakukan analisis terhadap grafik untuk tiap parameter analisis.

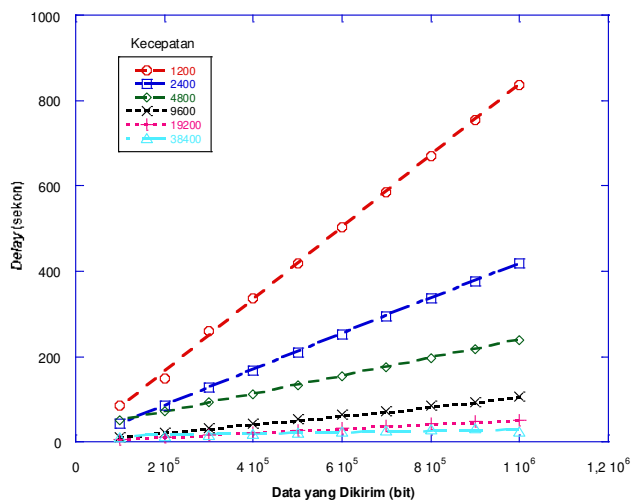
A. Analisis Pengaruh Perubahan Kecepatan Terhadap Delay

Pengaruh perubahan kecepatan terhadap *delay* dari hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 7.

Nilai *delay* yang terukur merupakan *delay total* yang dihitung sejak bit pertama dikirim hingga bit terakhir diterima. Berdasarkan grafik pada Gambar 7, nilai *delay* untuk seluruh kecepatan semakin naik seiring dengan naiknya jumlah data yang dikirim. Hal ini terjadi karena dengan semakin banyaknya data yang dikirim, maka semakin banyak waktu yang dibutuhkan untuk mengirimkan data tersebut.



Gambar 6. Diagram Alir Eksperimen

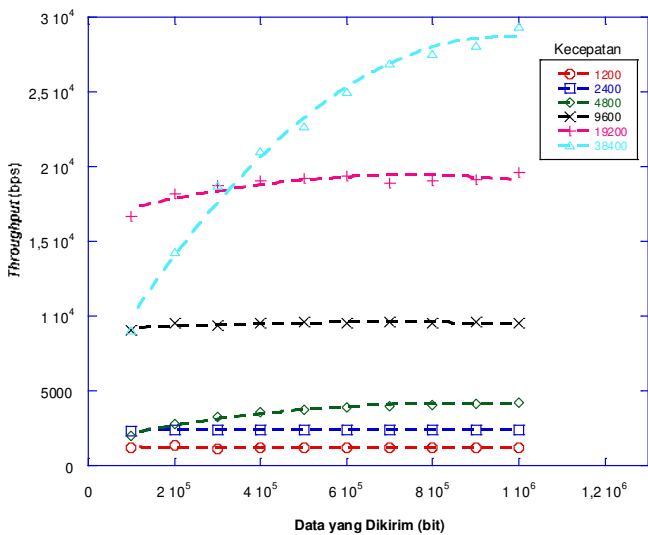


Gambar 7. Grafik Delay terhadap Data yang Dikirim

Jika dibandingkan dengan kecepatan yang digunakan, nilai *delay* berbanding terbalik dengan kecepatan yang digunakan. Nilai *delay* akan semakin kecil dengan semakin besarnya kecepatan yang digunakan. Dengan kecepatan yang semakin besar, maka akan lebih banyak data yang mampu dikirimkan tiap detik. Sehingga akan semakin sedikit waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data tersebut. *Delay* paling besar terjadi pada kecepatan 1200 bps. *Delay* naik secara linier hingga mencapai nilai tertinggi 836 sekon.

B. Analisis Pengaruh Perubahan Kecepatan Terhadap Throughput

Pengaruh perubahan kecepatan terhadap *throughput* dari hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 8.

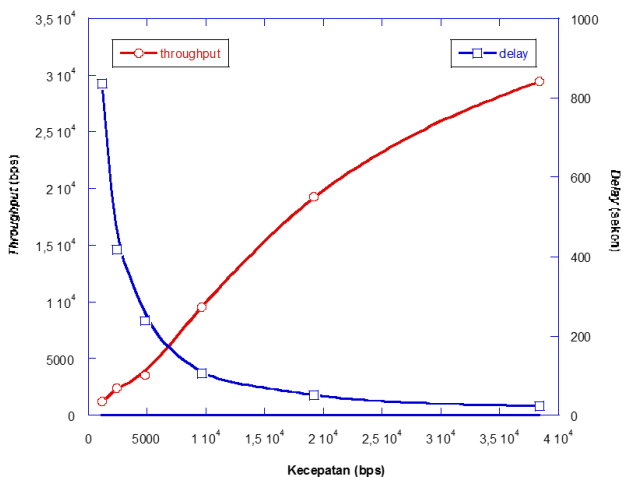


Gambar 8. Grafik Throughput terhadap Data yang Dikirim

Nilai *throughput* berbanding lurus dengan jumlah data yang dikirimkan. Semakin banyak data yang dikirim, maka sistem akan mengirimkan data dengan jumlah bit maksimal yang diijinkan oleh sistem sesuai dengan kecepatan yang digunakan. Grafik *throughput* semakin naik seiring dengan semakin besarnya kecepatan yang digunakan. Namun untuk kecepatan 1.200, 2.400, 4.800, dan 9.600 bps, nilai *throughput* bersifat stabil untuk semua variasi jumlah data yang dikirim. Hal ini menandakan kestabilan pengiriman data untuk ketiga kecepatan tersebut. Nilai *throughput* terbesar adalah 29.412 bps untuk data yang dikirim sebesar 1×10^6 bit.

C. Analisis Pengaruh Perubahan Kecepatan Terhadap Hubungan Delay dan Throughput

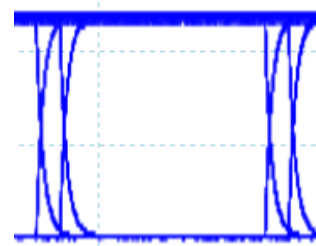
Pengaruh perubahan kecepatan terhadap *delay* dari hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 9. Terlihat bahwa perubahan nilai kecepatan memberikan konsekuensi perubahan terhadap nilai *throughput* dan *delay*. Pada kecepatan 1200 bps, nilai *throughput* adalah 1.196 bps dan nilai *delay* adalah 836 sekon. Sedangkan untuk kecepatan 38.400 bps, nilai *throughput* adalah 29.412 bps dan nilai *delay* adalah 24 sekon. Dengan semakin besarnya nilai kecepatan yang digunakan maka nilai *throughput* semakin besar dan dengan semakin besarnya nilai *throughput* maka nilai *delay* semakin rendah. Hal ini menunjukkan keterkaitan antara *throughput* dan *delay* yang saling berbanding terbalik.



Gambar 9. Grafik Throughput terhadap Delay

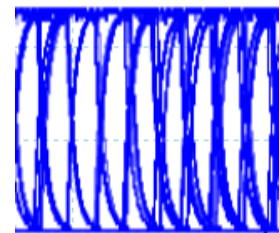
D. Analisis Pengaruh Perubahan Kecepatan Terhadap Eye Pattern

Analisis *eye pattern* ditekankan pada tiga parameter yaitu *noise margin*, *timing jitter*, dan *bit rate*. Tampilan *eye pattern* ketika kecepatan 4800 bps ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 10. Eye Pattern Pada Kecepatan 4.800 bps

Perbandingan bentuk *eye pattern* ketika kecepatan yang digunakan adalah 38.400 bps dapat dilihat pada Gambar 11.



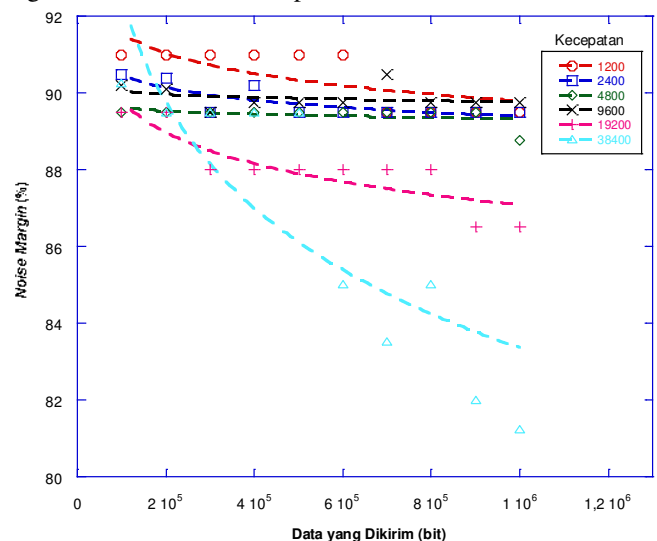
Gambar 11. Eye Pattern Pada Kecepatan 38.400 bps

Pembahasan *eye pattern* untuk masing-masing parameter adalah sebagai berikut:

1. Analisis Noise Margin pada Eye Pattern

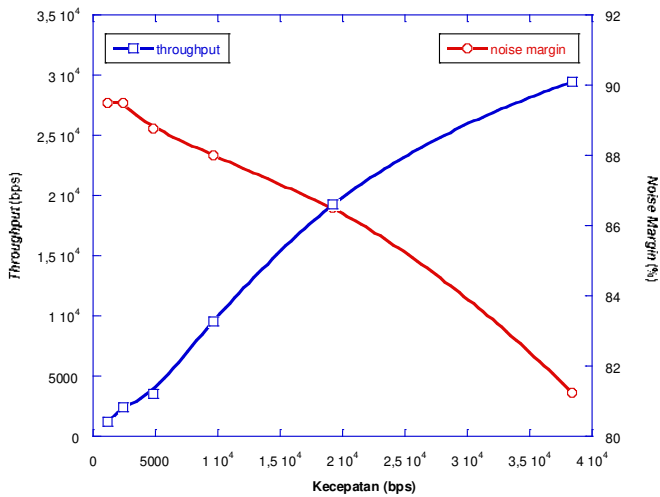
Pengaruh perubahan kecepatan terhadap *noise margin* dari hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 12.

Gambar 12 menunjukkan bahwa untuk kecepatan yang sama dan semakin besar data yang dikirimkan maka ketebalan sinyal terhadap *noise* akan berkurang, sehingga *noise margin* akan turun. Pada besarnya data dikirim yang sama, semakin besar kecepatan yang digunakan, maka *noise margin* akan berkurang. Nilai *noise margin* turun dari sekitar 90,524% ke 81,248% ketika kecepatan yang digunakan adalah 38.400 bps.



Gambar 12. Grafik Noise Margin terhadap Data yang Dikirim

Hubungan *throughput*, kecepatan, dan *noise margin* untuk data yang dikirim sebesar 1×10^6 bit ditunjukkan pada Gambar 13.



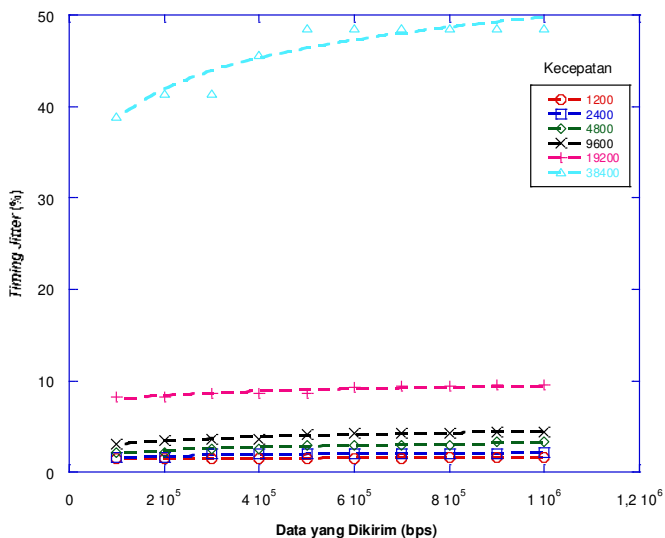
Gambar 13. Hubungan Kecepatan, Throughput, dan Noise Margin

Gambar 13 menunjukkan bahwa karakteristik *noise margin* terhadap kecepatan berbanding terbalik dengan kurva karakteristik *throughput* terhadap kecepatan. *Noise margin* mencapai nilai terbesar 91,004% ketika kecepatan 1.200 bps yang digunakan untuk mengirimkan data sebesar 1×10^4 bit. Perubahan nilai *noise margin* yang terjadi disebabkan karena semakin besar nilai *throughput*, maka sinyal yang dikirim akan semakin rapat sehingga sinyal akan semakin mudah dipengaruhi *noise* dan ketebalan sinyal terhadap *noise* atau *noise margin* akan semakin berkurang.

2. Analisis Timing Jitter pada Eye Pattern

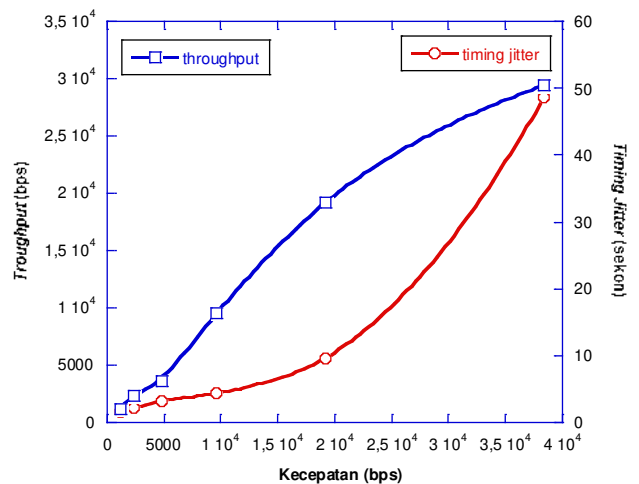
Pengaruh perubahan kecepatan terhadap *timing jitter* dari hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 14.

Gambar 14 menunjukkan bahwa untuk kecepatan yang sama, semakin besar data yang dikirimkan maka distorsi waktu akan semakin banyak, sehingga *timing jitter* akan naik. Pada besarnya data dikirim yang sama, semakin besar kecepatan yang digunakan, maka *timing jitter* akan bertambah. Nilai *timing jitter* naik dari sekitar 38,953% ke 48,580% ketika kecepatan yang digunakan adalah 38.400 bps.



Gambar 14. Grafik Timing Jitter Hasil Pengukuran

Hubungan *throughput*, kecepatan, dan *noise margin* untuk data yang dikirim sebesar 1×10^6 bit ditunjukkan pada Gambar 15.



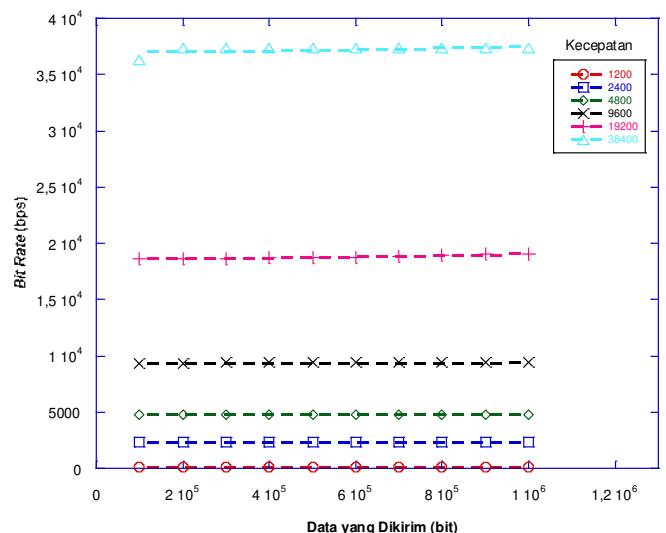
Gambar 15 Hubungan Kecepatan, Throughput, dan Timing Jitter

Gambar 15 menunjukkan bahwa karakteristik *timing jitter* terhadap kecepatan berbanding lurus dengan kurva karakteristik *throughput* terhadap kecepatan. *Timing jitter* mencapai nilai maksimum 48,580% ketika kecepatan 38.400 bps yang digunakan untuk mengirimkan data sebesar 1×10^6 bit. Perubahan nilai *timing jitter* yang terjadi disebabkan karena semakin banyaknya *event* yang mengalami pergeseran waktu.

3. Analisis Bit Rate pada Eye Pattern

Pengaruh perubahan kecepatan terhadap *bit rate* dari hasil eksperimen ditunjukkan pada Gambar 16.

Gambar 16 menunjukkan bahwa untuk kecepatan yang sama, semakin besar data yang dikirimkan, jumlah *bit rate* yang dikirimkan akan tetap sama atau cenderung stabil. Pada besarnya data dikirim yang sama, semakin besar kecepatan yang digunakan, maka *bit rate* akan bertambah.

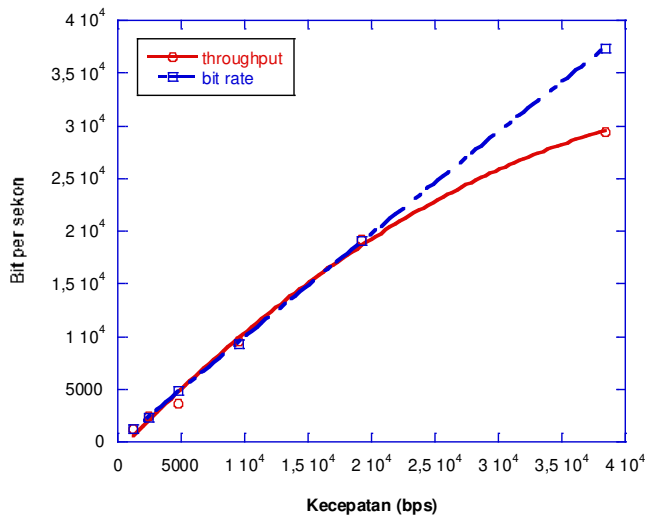


Gambar 16 Grafik Bit Rate Hasil Pengukuran

Hubungan *throughput*, kecepatan, dan *bit rate* untuk data yang dikirim sebesar 1×10^6 bit ditunjukkan pada Gambar 17.

Gambar 17 menunjukkan bahwa karakteristik *bit rate* terhadap kecepatan berbanding lurus dengan kurva karakteristik *throughput* terhadap kecepatan. *Bit rate*

mencapai nilai maksimum 37.269 bps ketika kecepatan 38.400 bps yang digunakan untuk mengirimkan data sebesar 1×10^6 bit.



Gambar 17. Hubungan Kecepatan, Throughput, dan Bit Rate

Nilai *throughput* dan *bit rate* memiliki nilai yang hampir sama untuk kecepatan 1200, 2400, 4800, 9600, dan 19200 bps, dan mengalami perbedaan untuk kecepatan yang lebih besar dari 19200 bps. Pada kecepatan 38.400, terjadi perbedaan yang cukup signifikan antara nilai *throughput* dan *bit rate*. Pada dasarnya *throughput* dan *bit rate* merupakan besaran yang mengukur banyaknya data yang dilewatkan tiap detik. Namun pada penelitian ini, *throughput* merupakan besaran yang mengukur rata-rata banyaknya bit per detik yang dilewatkan untuk suatu periode tertentu, yaitu selama pengiriman data berlangsung. Sedangkan *bit rate* diukur dari *eye diagram* yang merupakan proses sampling dari seluruh data yang dikirimkan, sehingga *bit rate* hanya didapatkan dari suatu waktu tertentu.

V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Perubahan kecepatan pada antar muka RS232 memberikan pengaruh terhadap performansi jaringan *peer-to-peer* dengan media POF. Performansi jaringan diukur dari *throughput*, *delay*, dan *eye diagram*. Hasil pengukuran pengaruh kecepatan terhadap performansi jaringan *peer-to-peer* dengan media POF dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi kecepatan yang digunakan, maka semakin rendah nilai *delay*. Nilai *delay* terbesar terjadi pada kecepatan 1200 bps dengan besarnya data 1×10^6 bit, yaitu dengan nilai *delay* 836 sekon.
2. Semakin tinggi kecepatan maka semakin tinggi nilai *throughput*. Nilai *throughput* terbesar terjadi pada kecepatan 38.400 bps dengan besarnya data 1×10^6 , yaitu dengan nilai *throughput* 29412 bps.
3. Nilai *noise margin* berbanding terbalik dengan nilai kecepatan dan nilai *noise margin* terendah terukur pada kecepatan 38.400 bps dengan besarnya data 1×10^6 , yaitu dengan nilai *noise margin* 81,248%.
4. Nilai *timing jitter* berbanding lurus dengan nilai kecepatan dan nilai *timing jitter* tertinggi terukur pada kecepatan 38.400 bps dengan besarnya data 1×10^6 , yaitu dengan nilai *timing jitter* 48,580%.

5. Nilai *bit rate* berbanding lurus dengan nilai kecepatan dan nilai *bit rate* tertinggi terukur pada kecepatan 38.400 bps dengan besarnya data 1×10^6 , yaitu dengan nilai *bit rate* 37.369 bps.

B. Saran

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan maka saran yang dapat diberikan untuk pengembangan penelitian adalah dilakukan penelitian performansi POF dengan menggunakan antar muka yang lain seperti ethernet, USB, dan HDMI. Hal ini menjadi rekomendasi karena jenis antar muka tersebut sedang dalam pengembangan dan dapat digunakan sebagai antar muka *transceiver* serat optik di jaringan. Selain itu, kecepatan yang lebih tinggi dapat digunakan pada penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Yamazaki, Suntaro, et al. 1998. *POF for High Speed PC and Home Network*. Japan: Kanagawa.
- [2] O’Gorman, Michael, et al. 2008. *Gigabits in the Home with Plugless plastic Optical Fiber (POF) Interconnects*. UK: Greenwich.
- [3] Koonen, A. M. J., et al. 2014. *Photonic Home area Networks*. IEEE Journal of Lightware Technology.
- [4] Ekpenyong, Moses E, et al. 2006. *Maximizing Serial Ports for File Transfer Between Coumputers: Design Issue*. Nigeria: University of Uyo.
- [5] Kusumo, R. Budiarianto Suryo. Aplikasi Komunikasi Data Antara Kunci Elektronik dan PC Menggunakan Port Serial. Bandung: LIPI.
- [6] www.electronicweekly.com/ diakses tanggal 27 April 2014.
- [7] Schollmeier, Rudiger, et al. 2002. *A Definition Peer-to-Peer Networking for the Classification of Peer-to-Peer Architectures and Application*. Germany: Munchen.
- [8] Held, Gilbert. 2000. *Understanding Data Communication*. England: John Wiley & Sons, Ltd.
- [9] www.avrfreaks.net/ diakses tanggal 15 Juli 2014.
- [10] Suyadi. 2012. Komunikasi Serial dan Port Serial (COM). UMS.
- [11] Forouzan, Behrouz A. 2007. *Data Communications and Networking*. McGraw-Hill: New York.
- [12] Bhargava, N.N. et al. 1984. *Basic Electronics and Linear Circuits*. Tata McGraw-Hill Education.
- [13] Keiser, Gerd E. 2004. *Optical Communication Essentials*. USA: The Mc-Graw Hill Companies.