

ANALISIS THROUGHPUT PADA KOMUNIKASI OPTIK RUANG BEBAS (KORUB) UNTUK TWO SITE (THE ANALYSIS OF THROUGHPUT IN THE FREE SPACE OPTICAL COMMUNICATION SYSTEM (KORUB) FOR TWO SITES)

Avrina Arum M. , Bambang Supeno, S.T., M.T , Ike Fibriani, S.T., M.T
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Jember (UNEJ)
Jln. Kalimantan 37, Jember 68121
E-mail: avrinarum@gmail.com

Abstrak

Sistem telekomunikasi selalu menuntut kualitas sinyal di penerima benar-benar sesuai dengan sinyal asli yang dikirimkan oleh pemancar. Kawat tembaga adalah *fixed line* (tidak *mobile*) dan *bandwidth* yang sempit (sekitar 4khz). Sebagai salah satu alternatifnya, sistem *wireless* yang memanfaatkan frekuensi cahaya sebagai media transmisi. Sistem komunikasi optik ruang bebas (KORUB) atau yang sering disebut juga dengan *free space optic communication* (FSOC), merupakan sistem komunikasi optik yang menggunakan atmosfer sebagai media propagasinya. Sistem ini menggunakan pancaran cahaya untuk mengirim *full-duplex Gigabit Ethernet throughput* data, suara, dan komunikasi video secara simultan melalui udara. Sumber cahaya yang digunakan dapat berupa LED (*Light Emitting Diode*) maupun Laser (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui besar *throughput* yang dihasilkan oleh antena *receiver* dan *transmitter* (*two site*) pada sistem komunikasi ruang bebas. Sehingga kedepannya sistem komunikasi ini dapat lebih dimanfaatkan dikembangkan untuk dapat mengatasi permasalahan telekomunikasi yang ada saat ini. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai *throughput* paling besar terdapat pada penelitian dengan jarak 4 meter, dan paling rendah terdapat pada 20 meter. Dengan nilai *throughput* paling besar adalah sebesar 148,9555388 bit/s, dan yang paling kecil 105,2163845 bit/s. Sedangkan Data *error* paling besar terdapat pada pengujian dengan jarak 6 meter.

Kata Kunci: Sistem komunikasi optik ruang bebas, *throughput*, antena *receiver*, antena *transmitter*.

Abstract

Telecommunication system is always demand the signal quality to be achieved well to the acceptor based on the genuine one by the transmitter. Copper wire is a fixed line (immobile) and tight bandwidth (approximately 4khz). As one of the alternative wireless system, which utilizes the frequency of light as the transmission bearer. The free space optical communication system (KORUB) or commonly called as free space optic (FSO), it is optical communication system that use atmosphere as the propagates bearer. This kind of system uses the light of ray to transfer the data, voice, and communication of full-duplex Gigabit Ethernet throughput simultaneously through the air. This system can use LED (Light Emitting Diode) or Laser (Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation). The aim of this research is to know how big the throughput can be produced by the receiver and transmitter antenna (two site) to the free space communication system. This communication system can be used and developed in order to solve the recent communication problem. The result of this research showed that the high grade of throughput is in the 4 meter space while the low grade is in the 20 meter space with the most higher throughput grade with 148,9555388 bit/s, and the most lower grade is 105,2163845 bit/s. Whereas the most bigger error data is in the 6 meter space test.

Keywords: Free space optical communication system, *throughput*, receiver antenna, transmitter antenna.

PENDAHULUAN

Sistem telekomunikasi selalu menuntut kualitas sinyal di penerima benar-benar transparan sesuai dengan sinyal asli yang dikirimkan oleh pemancar. Oleh karena itulah, maka tingkat ketransparanan suatu sistem telekomunikasi yang telah ada harus selalu diperbaiki dan disempurnakan, sehingga diperlukan media transmisi baru yang dapat memenuhi kriteria tersebut. Pada tahap awal perkembangan teknologi komunikasi, media transmisi yang paling umum digunakan adalah kawat tembaga. Namun karena Kawat tembaga adalah *fixed line* (tidak *mobile*) dan *bandwidth* yang sempit (sekitar 4khz) kemudian digantikan

oleh komunikasi *wireless* menggunakan *radio frequency* [1]. Sistem *wireless*, sebagai salah satu alternatifnya, memanfaatkan frekuensi cahaya sebagai media transmisi. Daerah panjang gelombang yang digunakan adalah pada daerah *infrared* sehingga dapat menyesuaikan dengan perangkat optik yang dikembangkan untuk *fiber* dengan harga yang murah. Sistem tersebut disebut sistem komunikasi *wireless* optik lebih murah dibandingkan sistem *wireless* dengan *radio frequency*, dan karena menggunakan frekuensi cahaya, tidak perlu perizinan penggunaan frekuensi. Keamanannya yang tinggi, dimensi perangkat yang lebih kecil dan ringan, di samping *bandwidth*-nya yang lebar dan kecepatannya yang tinggi [2]. Sistem ini juga

dapat bebas dari regulasi pemerintah yang terkait dengan penggunaan alokasi frekuensi. Karena kelebihan tersebut, sistem ini sangat cocok untuk jaringan komunikasi privat.

Oleh karena itu pada Tugas Akhir ini akan dilakukan analisis *throughput* dari sistem komunikasi optik ruang bebas untuk *two site*. Hal ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan pengiriman dan penerimaan data yang dapat dilakukan antara antena *receiver* dan *transmitter* pada sistem komunikasi ruang bebas. Sehingga kedepannya sistem komunikasi ini dapat lebih dimanfaatkan dikembang untuk dapat mengatasi permasalahan telekomunikasi yang ada saat ini.

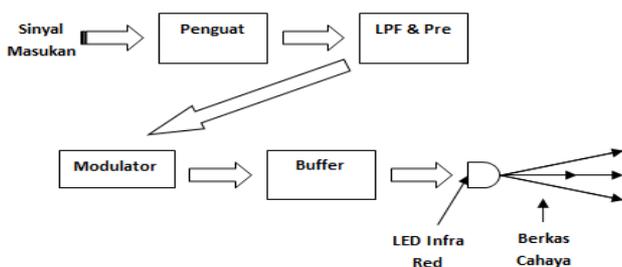
METODE PENELITIAN

Sistem Komunikasi Optik Ruang Bebas

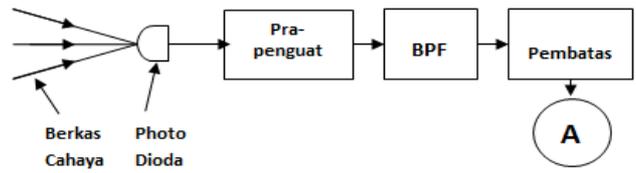
Sistem komunikasi optik ruang bebas (*free space optic* (FSO)) atau yang sering disebut juga dengan *wireless optic*, merupakan sistem komunikasi optik yang menggunakan atmosfer sebagai media propagasinya. FSO menggunakan sorotan cahaya untuk mengirim *full-duplex Gigabit Ethernet throughput* data, suara, dan komunikasi video secara simultan melalui udara. Sistem FSO dapat dioperasikan pada *rate* 1-100 Gbps bergantung dari panjang gelombang dan teknik modulasi yang digunakan. Sistem FSO untuk komersial di desain untuk beroperasi pada daerah inframerah dalam spektrum elektromagnetik, yaitu dengan panjang gelombang 850 nm dan 1550 nm bergantung pada penggunaan [3].

Pemancar dan Penerima Optik

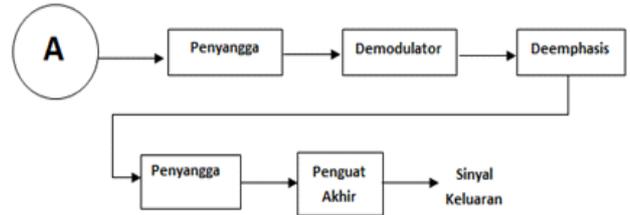
Hardware yang digunakan pada penelitian ini adalah SPC *Infrared Transceiver* yang merupakan alat pengirim dan penerima data melalui media sinar *infrared* yang mendukung 4 protokol komunikasi, yaitu sony, panasonic, philips, dan *raw data*. SPC *Infrared Transceiver* ini dapat digunakan dalam aplikasi komunikasi data nirkabel, *remote transmitter*, *remote receiver*, pembaca data *remote control*, dan sebagainya. Alat ini mendukung komunikasi nirkabel 2 arah *half duplex* (*transmitter-receiver*), dengan jangkauan maksimum pada sudut 0° (*line of sight*) adalah 35 m menurut *datasheet* (*indoor*). Untuk bagian *receiver* dapat menerima sinyal *infrared* dengan frekuensi *carrier* 32 kHz - 42 kHz. Skema alat dapat ditunjukkan pada Gambar 1, Gambar 2, dan Gambar 3 [4].



Gambar 1. Blok Diagram Pemancar Sistem KORUB



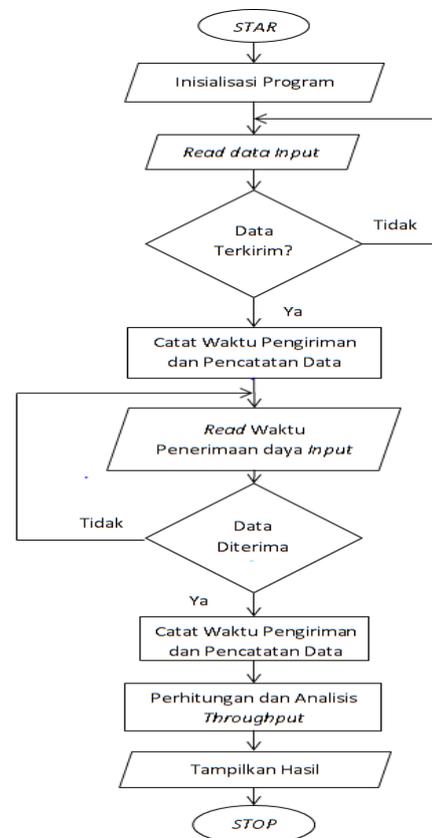
Gambar 2. Sebagian Blok Diagram Penerima Sistem KORUB



Gambar 3. Lanjutan Blok Diagram Penerima Sistem KORUB

Software yang Digunakan

Untuk dapat mengirimkan dan menerima data yang sesuai dengan protokol-protokol tersebut, digunakan *software* TestIR. Namun, pada penelitian ini *software* tersebut hanya digunakan untuk pengiriman data saja, dan protokol data yang digunakan adalah protokol panasonic. Dalam setiap pengiriman data yang menggunakan protokol ini, *software* akan mengirimkan data sebanyak 48 *bit* yang setara dengan 6 *byte*. *Flowchart software* ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Flowchart Software

Perhitungan Throughput

Throughput adalah tingkat rata-rata pengiriman pesan sukses melalui saluran komunikasi. Data ini dapat disampaikan melalui link fisik atau logis, atau melewati tertentu simpul jaringan. Throughput biasanya diukur dalam bit per detik (bit/s atau bps), dan kadang-kadang dalam paket data per detik atau data paket per slot waktu. Adapun perhitungan throughput ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 1.

$$\text{Throughput} = \frac{\text{Paket diterima}}{\text{Waktu antara paket pertama dan terakhir}} \quad (1)$$

Penelitian ini memfokuskan pada besarnya throughput puncak yang diukur. Throughput puncak yang diukur merupakan nilai throughput ydari pengukuran secara nyata, sistem yang diterapkan, atau sistem simulasi. Nilainya diperoleh dari throughput yang diukur selama periode waktu singkat.

HASIL PENELITIAN

Pada spesifikasi modul telah disebutkan bahwa untuk receiver dapat menerima sinyal infrared dengan frekuensi carrier 32 kHz - 42 kHz, yang berarti bahwa transfer rate (bandwidth) modul tersebut mencapai 10 kHz. Bandwidth ini masih berupa analog, dimana 1 hz sama dengan 1 cycle per detik. Karena pada penelitian ini menggunakan sistem antarmuka UART RS-232, maka modul akan menjalankan 8 bit data tiap prosesnya. Oleh sebab itu, dapat disimpulkan bahwa besar bandwidth maksimum modul ini ialah 80Kbps. Hal ini diperoleh dari besar bandwidth analog sebesar 10 KHz yang sama besarnya dengan 80 cycle per detik, dikalikan dengan besar data yang dijalankan yaitu 8 bit.

$$1 \text{ hz} = 1 \text{ cycle} / \text{second}$$

$$\text{Bandwidth analog} = 10 \text{ KHz}$$

$$\text{Data tiap cycle} = 8 \text{ bit}$$

$$\text{Bandwidth digital} = 10 \text{ KHz} \times 8 \text{ bit} = 80 \text{ Kbps}$$

Dari beberapa perlakuan dihasilkan data-data yang digambarkan secara tabel. Tabel 1 menunjukkan hasil dari perlakuan pertama, yaitu pada waktu pagi hari yaitu pada waktu 9.30 wib - 10.30 wib (Matahari cerah tanpa mendung), dan dilakukan pada jarak 1 meter - 3 meter. Pada pengiriman dengan jarak 1 meter, data terkirim sempurna tanpa ada data yang salah. Namun ketika jarak ditambahkan, yaitu menjadi 2 meter dan 3 meter, terdapat beberapa kesalahan data. Untuk pengujian ini modul tidak menggunakan penutup untuk menghindarkan dari terkena cahaya matahari secara langsung. Saat permulaan dengan jarak 1 meter, suhu dalam komponen modul masih belum terasa panas, karena baru mulai digunakan. Sedangkan ketika pengujian dengan jarak 2 dan 3 meter modul sudah digunakan cukup lama, sehingga komponen dalam modul mengalami kenaikan suhu.

Tabel 1. Pengujian Dalam Jarak 1 Meter

No.	Data yang Dikirim	Waktu	Banyak Data	Jumlah Bit	Bit/s
1	123456	5,7	10	480	84,21
2	123456	4,5	11	528	117,33
3	123456	4,6	15	720	156,52
4	123456	7	14	672	96,00
5	123456	3,8	13	624	164,21
6	123456	3,5	9	432	123,43
7	123456	2,2	5	240	109,09
8	123456	3,1	8	384	123,87
9	123456	3	6	288	96,00
10	123456	2,2	7	336	152,73
11	123456	2,9	8	384	132,41
12	123456	2,6	6	288	110,77
13	123456	1,7	6	288	169,41
14	123456	2,3	6	288	125,22
15	123456	2,1	6	288	137,14
16	123456	2,8	7	336	120,00
17	123456	2,2	6	288	130,91
18	123456	2,6	7	336	129,23
19	123456	2,4	6	288	120,00
20	123456	2,5	7	336	134,40
Throughput Rata - Rata					126,64

Pada perlakuan kedua yaitu pengujian masih dilakukan pada waktu pagi hari yaitu pukul 9.30 wib - 10.30 wib. Namun dalam pengujian ini perangkat modul yang digunakan harus diberikan tutup di atasnya sehingga sinar matahari tidak bisa langsung mengenai modul. Pengujian ini dilakukan pada jarak 4 meter dan 5 meter, serta diuji cobakan pada jarak 6 meter. Hasil pengujian di tampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian dengan Jarak 4 Meter

No.	Data yang Dikirim	Waktu	Banyak Data	Jumlah Bit	Bit/s
1	123456	2,9	7	336	115,86
2	123456	2,2	7	336	152,73
3	123456	2,1	6	288	137,14
4	123456	2,2	6	288	130,91
5	123456	2,1	6	288	137,14
6	123456	2,5	7	336	134,40
7	123456	2,2	7	336	152,73
8	123456	1,9	7	336	176,84
9	123456	2,6	7	336	129,23
10	123456	2	7	336	168,00
11	123456	2,2	7	336	152,73
12	123456	2,3	8	384	166,96
13	123456	2,3	7	336	146,09
14	123456	2,1	7	336	160,00
15	123456	2,2	7	336	152,73
16	123456	2,2	7	336	152,73
17	123456	2,2	7	336	152,73
18	123456	2,3	7	336	146,09
19	123456	2	7	336	168,00
20	123456	2,3	7	336	146,09
Throughput Rata - Rata					148,96

Penutup pada jarak 4 meter dan 5 meter ini digunakan untuk menghindari interferensi sinar matahari terhadap sumber inframerah yang dipancarkan dari modul.

Secara teknis, fotodiode dan LED inframerah tidak terhalang oleh benda apapun dan masih dalam keadaan lurus, antara fotodiode *transmitter* dengan LED inframerah pada *receiver*. Yang membedakan adalah di atas modul terdapat penutup, tetapi fotodiode dan LED inframerahnya tidak tertutup.

Pada perlakuan berikutnya dilakukan pada sore hari yaitu dimulai pada jam 16.57 wib, yang pada saat itu cuaca cerah dan matahari tidak tertutup awan. Kemudian dilanjutkan sampai malam hari, yang selesai dikerjakan pada pukul 18.21 wib (keadaan gelap malam hari). Kondisi ini diterapkan pada jarak 6 meter – 20 meter. Pengujian pada jarak 20 meter di tunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengujian pada Jarak 20 Meter

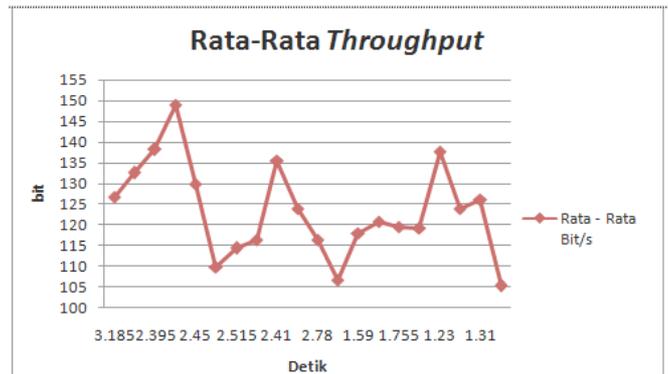
No.	Data yang Dikirim	Waktu	Banyak Data	Jumlah Bit	Bit/s
1	123456	1,2	3	144	120,00
2	123456	1,4	3	144	102,86
3	123456	1,1	3	144	130,91
4	123456	1,3	3	144	110,77
5	123456	1,5	3	144	96,00
6	123456	1,4	3	144	102,86
7	123456	1,4	3	144	102,86
8	123456	1,6	3	144	90,00
9	123456	1,7	3	144	84,71
10	123456	1,3	3	144	110,77
11	123456	1,9	3	144	75,79
12	123456	1,9	3,75	180	94,74
13	123456	1,2	3	144	120,00
14	123456	1,7	3	144	84,71
15	123456	1,5	3	144	96,00
16	123456	1,5	3	144	96,00
17	123456	1,1	3	144	130,91
18	123456	1,3	3	144	110,77
19	123456	1,5	3	144	96,00
20	123456	1,3	4	192	147,69
<i>Throughput Rata - Rata</i>					105,22

Penelitian dengan jarak 6 meter awalnya diujicobakan pada siang hari, namun hanya menghasilkan 2 buah data yang semuanya didapatkan ketika ada awan yang menutupi matahari selama sepersekian detik. Dikarenakan cuaca yang cerah pada saat pengujian, awan akan sangat jarang menutupi matahari. Sehingga pengujian dilanjutkan pada sore hari, yang panas mataharinya dianggap lebih rendah dibandingkan dengan pagi hari. Selain itu angin pada sore hari sering tidak stabil, yaitu terkadang berhembus angin kencang dan terkadang berhembus pelan.

Rata-rata *throughput* dan waktu dari keseluruhan pengujian, dimulai dari jarak 1 meter – 20 meter ditunjukkan pada Tabel 4. Dan kurva lajur besar rata-rata *throughput* dari sluruh pengukuran ditampilkan pada Gambar 5.

Tabel 4. Rata-Rata *Throughput* dari Keseluruhan Data

No.	Waktu (s)	Jarak (m)	Besar <i>Throughput</i> Rata - Rata (Bit/s)
1	3,185	1	126,64
2	2,39	2	132,48
3	2,395	3	138,20
4	2,24	4	148,96
5	2,45	5	129,92
6	2,435	6	109,75
7	2,515	7	114,38
8	2,435	8	116,46
9	2,41	9	135,47
10	2,48	10	123,89
11	2,78	11	116,46
12	2,73	12	106,67
13	1,59	13	117,92
14	1,825	14	120,76
15	1,755	15	119,57
16	1,555	16	119,22
17	1,23	17	137,66
18	1,305	18	123,87
19	1,31	19	126,18
20	1,44	20	105,22



Gambar 5. Kurva Laju Besar Rata-Rata *Throughput*

Dari data rata-rata *throughput* diatas, diketahui bahwa nilai *throughput* paling besar adalah terdapat pada pengujian dengan jarak 4 meter. Seperti yang telah dijelaskan, modul pada saat itu diberikan kondisi yang tertutup atau terlindung dari panas matahari. Sedangkan pada jarak 20 meter, hasil *throughput* yang diperoleh memiliki nilai paling rendah. Hal ini dapat disebabkan oleh daya pancar inframerah yang akan sampai pada jarak pancarnya.

PEMBAHASAN

Sistem komunikasi optik ruang bebas (KORUB) atau bisa disebut sebagai *free space optics* (FSO), merupakan suatu sistem telekomunikasi yang dalam pengiriman dan penerimaan datanya bergantung dengan cepat rambat cahaya. *Throughput* merupakan salah satu

antar gelombang yang dihasilkan oleh piranti FSO dengan gelombang yang dihasilkan oleh sinar Matahari.

Stabilitas Angin

Angin adalah udara yang bergerak yang diakibatkan oleh rotasi bumi dan juga karena adanya perbedaan tekanan udara di sekitarnya [4]. Angin bergerak dari tempat bertekanan udara tinggi ke bertekanan udara rendah.

Teknologi yang diujicobakan pada penelitian ini merupakan teknologi yang berada di ruang bebas, maka kecepatan angin tidak dapat disesuaikan atau selalu dalam kondisi sama di setiap waktunya. Jika kita bandingkan dengan pernyataan sebelumnya yang menyatakan bahwa, kecepatan cahaya yang merambat melalui bahan-bahan transparan seperti gelas ataupun udara lebih lambat dari kecepatan cahaya pada ruang vakum. Dapat di simpulkan bahwa besar kecilnya intensitas kecepatan angin sangat mempengaruhi kecepatan cahaya. Dan hal tersebut jelas akan mempengaruhi hasil dari besar *throughput*.

Daya yang dibutuhkan oleh piranti

Besar kecilnya daya yang dibutuhkan oleh suatu pemancar, jelas akan mempengaruhi sejauh mana pemancar tersebut akan sanggup mengirimkan data. Namun, tidak berarti bahwa daya yang diberikan kepada piranti tersebut dapat dinaikkan sesuai dengan keinginan. Sebab, setiap piranti memiliki standard daya yang berbeda-beda. Jika dibandingkan antara suatu pemancar yang membutuhkan daya sebesar 5 volt dengan piranti lain yang membutuhkan daya sebesar 20 volt, maka piranti yang membutuhkan daya yang lebih besar akan dapat mengirimkan data ke tempat yang lebih jauh dibandingkan dengan piranti yang membutuhkan daya lebih kecil.

Human resource (Sumber daya manusia)

Seperti pada penjelasan sebelumnya, bahwa pada penelitian ini mengandalkan ketepatan dan kecepatan *user* dalam mengirim dan menghitung waktu pengiriman data. Dalam proses pengiriman data, *user* yang bertindak sebagai pengatur komputer pengirim harus terus menerus mengklik tombol *Test Panasonic* secara berkelanjutan. Tentu saja hal itu akan memberikan *delay* selama beberapa milidetik. Selain itu ketepatan *user* mengklik tombol *start* pada *software Serial Receiving* juga cukup berpengaruh. Sebab jika tombol *start* tidak dimulai secara bersamaan dengan dikirimnya data, maka akan terjadi keterlambatan penghitungan waktu. Dan yang telah kita ketahui bahwa *throughput* dihitung dari besarnya data yang dikirim dengan lama waktu pengiriman (bit/s).

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa Nilai *throughput* paling besar terdapat pada penelitian dengan jarak 4 meter, dan paling rendah terdapat pada 20 meter. Hal ini dapat dibuktikan pada tabel 5. Data *error* paling besar terdapat pada pengujian dengan jarak 6 meter. Besar nilai *throughput* paling besar adalah sebesar 148,9555388 bit/s, dan yang paling kecil 105,2163845 bit/s. Hal ini dapat dibuktikan pada tabel 4.

Pada penelitian analisis *throughput* ini, disarankan agar alat yang digunakan dapat dikembangkan sehingga daya listrik yang digunakan bisa ditambah, serta kekuatan pancaran dan penerimaan dapat menjangkau lebih jauh. Memberikan komponen mikrokontroler tambahan, untuk mempermudah *decode* dan *encode* data. Memberikan *cover* pada *body* alat, dan memberikan lensa pada bagian LED inframerah dan fotodiode, agar alat terhindar dari sinar matahari langsung dan lebih memfokuskan cahaya inframerah yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Widyarena, Octiana., Gamantyo Hendratoro, & Achmad Mauludiyanto. 2012. Kinerja Sistem Komunikasi FSO (Free Space Optics) Menggunakan Cell-site Diversity di Daerah Tropis. Jurnal Teknik ITS Vol. 1
- [2] Widyanto. 2012. *Pengontrol Elektronik untuk Pengendali Arah Antena pada Sistem Komunikasi Optik Ruang Bebas (KORUB)*. [Online]. Available: Bloberg.binadarma.ac.id/widyanto
- [3] Haryadi, Sigit, & Martinus Hadi Satria .2004. Wireless Optical Communication untuk Penggunaan Luar Ruangan. [Online]. Available: http://telecom.ee.itb.ac.id/~sigit/Wireless_Optical_Communication_Outdoor_SH.pdf.
- [4] Supeno Bambang & Sudaryanto. 2004. Pengontrol Elektronik untuk Pengendali Arah Antena pada Sistem Komunikasi Optik Ruang Bebas (KORUB). Universitas Gunadarma
- [5] W. Al-Khateeb, Md. R. Islam, and M. T. Oo. 2011. Rain Fade Analysis for Practical Free Space Optic Link in Tropical Region. International Conference on Mechatronics (ICOM), Kuala Lumpur, Malaysia.
- [6] E. Setijadi, A. Matsushima, N. Tanaka, and G. Hendratoro. 2009. Effect of temperature and multiple scattering on rain attenuation of electromagnetic waves by a simple spherical model. Progress In Electromagnetics Research. Vol. 99, 339-354