

# Purwarupa Alat Komunikasi dan Monitoring Pada Rumah Sakit Menggunakan Li-Fi untuk Mengurangi Gangguan Gelombang Elektromagnetik Pada Alat Medis

Ratnasari Nur Rohmah<sup>1</sup>, Nisa Zahra<sup>2</sup>  
Jurusan Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl. A. Yani 1 Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia 57169  
Telp. (271)717417  
E-mail: rnr217@ums.ac.id

## ABSTRAK

Artikel ini memaparkan hasil penelitian pengembangan purwarupa alat komunikasi teks dan monitoring data pasien di rumah sakit. Rumah sakit merupakan salah satu fasilitas kesehatan dimana terdapat peralatan yang mempunyai interferensi elektromagnetik (EMI) tingkat tinggi yang menjadi sangat sensitif terhadap gangguan elektromagnetik. Pada penelitian ini penulis membuat sistem purwarupa alat komunikasi dan monitoring berbasis teknologi LI FI (Light Fidelity) untuk mengurangi gangguan gelombang elektromagnetik pada alat medis. Li Fi bekerja mengirimkan data melalui media transmisi cahaya yang merupakan salah satu spektrum gelombang magnetic yang tidak berbahaya. Purwarupa alat ini menggunakan sensor MAX30100 sebagai sensor oximetry, sensor suhu MLX90614, sensor heart rate dan sensor SpO<sub>2</sub>. Purwarupa juga dilengkapi fitur pengiriman pesan teks yang berjalan dua arah. Hasil uji coba memperlihatkan purwarupa dapat bekerja dengan baik sesuai disain.

*Kata Kunci: data, komunikasi, Li Fi, monitoring, teks.*

## 1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi elektronik kini semakin luas. Peralatan elektronik dapat menimbulkan medan elektromagnetik yang dapat menimbulkan gangguan. Ilmu yang mempelajari tentang medan elektromagnetik dan pengaruhnya disebut *electromagnetic compatibility (EMC)*. EMC didefinisikan sebagai kemampuan peralatan atau sistem untuk berfungsi secara penuh dalam lingkungan elektromagnetik tanpa menimbulkan gangguan elektromagnetik yang tidak dapat ditoleransi yang ada dalam lingkungan tersebut. EMC dibagi menjadi *electromagnetic interference (EMI)* dan *electromagnetic susceptibility (EMS)*. EMS adalah kemampuan untuk bekerja dengan baik tanpa terpengaruh sumber elektromagnetik disekitarnya sementara EMI adalah pancaran elektromagnetik sistem yang dapat mengganggu kerja sistem lainnya [1].

Di rumah sakit, terdapat peralatan medis yang memiliki listrik atau sistem elektronik. Peralatan elektronik medis cukup sensitif terhadap pengaruh EMI dari spektrum gelombang elektromagnetik tertentu, utamanya pada spektrum gelombang radio. Contoh perangkat yang dapat terpengaruh seperti alat pacu jantung atau defibrillator [2]. Peralatan lain adalah neurostimulator yang ditanamkan, *shunt hidrosefalus* yang dapat diprogram, implan koklea,

monitoring elektrokardiogram (EKG), dan pompa infus. Beberapa sumber EMI yang paling mungkin menyebabkan masalah pada alat kesehatan tertentu di rumah sakit dan lingkungan perawatan kesehatan yaitu ponsel, *radio frequency identification device (RFID)*, *diathermy* (bedah listrik), *emergency vehicle/services radios* dan elektromagnetik [3].

Pengaruh EMI pada perangkat medis dapat dikurangi dengan mengubah sistem komunikasi dan monitoring di rumah sakit dengan memanfaatkan cahaya sebagai media transmisinya. Cahaya tampak merupakan spektrum dari gelombang elektromagnetik yang tidak akan mengganggu peralatan yang ada di rumah sakit. Salah satu teknologi komunikasi yang memanfaatkan cahaya sebagai media transmisinya adalah teknologi yang dikenal sebagai *Light Fidelity (Li Fi)*. Pemanfaatan teknologi Li Fi akan memberikan jaminan keselamatan, keamanan, komunikasi yang cepat dan efisien yang dapat diaplikasikan di rumah sakit [4,5].

Pemanfaatan teknologi Li Fi untuk pemanfaatan di lingkungan rumah sakit telah dilakukan oleh banyak peneliti [6–8]. Pemanfaatan teknologi Li Fi di rumah sakit adalah dalam monitoring data pasien [8–10]. Meskipun menunjukkan keberhasilan, namun demikian pada penelitian-penelitian tersebut tidak terdapat fitur komunikasi dua arah antara pasien dan petugas Kesehatan. Komunikasi teks dua arah ini

diperlukan untuk mengetahui situasi atau kabar yang dirasakan atau dibutuhkan oleh pasien.

Pada penelitian ini, penulis merancang-bangun suatu purwa rupa alat komunikasi dengan memanfaatkan teknologi Li Fi yang dapat diterapkan di rumah sakit. Alat ini diproyeksikan untuk dapat digunakan untuk monitoring data pasien dan komunikasi pasien ke perawat maupun dokter. Sistem purwarupa yang dirancang adalah system transmisi data untuk monitoring detak jantung dan saturasi pasien. Sistem juga dilengkapi dengan fitur komunikasi teks yang dapat dikirimkan dari pasien kepada tenaga medis dan sebaliknya.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

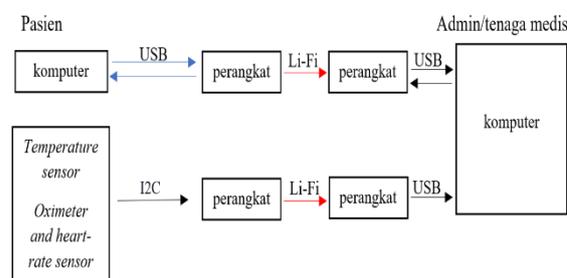
Li Fi adalah teknologi nirkabel berkecepatan tinggi dengan media untuk transmisinya menggunakan cahaya [6]. Li Fi hampir sama dengan Wi Fi yang juga teknologi nirkabel. Tetapi tidak seperti Wi Fi yang bergantung pada gelombang radio, Li Fi menggunakan komunikasi cahaya tampak atau infrared serta spektrum gelombang near-UV [7]. Sumber cahaya yang digunakan pada Li Fi dapat berupa cahaya dari LED maupun laser. Sumber cahaya ini akan digunakan untuk mentransmisikan sinyal digital, dimana data numerik sinyal berupa nilai 1 atau 0. Nilai sinyal 1 akan diwakili oleh adanya cahaya (menyala), dan nilai sinyal 0 diwakili oleh ketiadaan cahaya (mati) [4]. Sinyal biner ini yang kemudian dikodekan untuk merepresentasikan suatu karakter atau data numerik tertentu.

Salah satu pemanfaatan teknologi Li Fi di rumah sakit adalah dalam monitoring detak jantung dan saturasi pasien [8]. Penelitian ini merancang system yang mengirimkan data monitoring data pasien *On-Off Keying (OOK)*. Sistem ini mampu memonitor detak jantung dan tingkat oksigen darah dengan akurasi yang cukup tinggi. Peneliti yang lain mengembangkan system monitoring data dengan teknologi Li Fi, dengan fitur pengiriman data melalui email kepada personal yang berkepentingan [9]. Pada kedua penelitian tersebut, sistem yang dirancang tidak memiliki fitur komunikasi dua arah. Fitur komunikasi dua arah terdapat pada penelitian yang memanfaatkan komunikasi untuk pengiriman data dan *query data* [10].

Berbeda dengan penelitian-penelitian pendahulu, penelitian yang dirancang oleh penulis mempunyai fitur komunikasi untuk bertukar pesan yang ditulis dengan teks. Komunikasi teks dua arah ini diperlukan untuk mengetahui situasi atau kabar yang dirasakan atau dibutuhkan oleh pasien. Berbeda pula dalam hal cahaya yang digunakan. Sistem yang dirancang penulis memanfaatkan cahaya laser sebagai media transmisinya. Cahaya laser ini lebih praktis untuk digunakan dari pada cahaya LED [11]. Selain itu laser mempunyai kecepatan transmisi yang tinggi pada penggunaan Li Fi [12].

## 3. METODE PENELITIAN

Blok diagram rancangan sistem diperlihatkan pada Gambar 1, sedangkan bagan flowchart system yang dikembangkan diperlihatkan pada Gambar 2. Data yang dikirimkan dapat berupa teks dan nilai langsung dari pembacaan sensor suhu MLX90614 (*Temperature sensor*) dan sensor detak jantung dan saturasi udara MAX30100 (*Oximeter and heart-rate sensor*). Untuk data berupa teks, pasien menggunakan perangkat yang terdiri dari *keyboard* dan alat penampil teks. Pesan dikirimkan dari pembacaan serial dan diteruskan menggunakan kabel USB yang nanti terhubung ke perangkat. Sedangkan data dari pembacaan sensor, digunakan komunikasi langsung I<sup>2</sup>C pada pin SDA dan SCL Arduino.



Gambar 1. Blok Diagram Sistem



Gambar 2. Flowchart Sistem

Input dari sistem komunikasi pesan teks dimasukkan pada serial monitor sedangkan untuk input nilai sensor dimasukkan secara otomatis dari pembacaan sensor suhu dan oximetry. Nilai yang dibaca pada nilai dari pembacaan sensor adalah nilai suhu dalam *celcius*, *heart rate* dalam satuan *bpm* dan

SpO<sub>2</sub> dalam persen. Nilai-nilai tersebut akan digabung menjadi data string yang sebelumnya adalah data integer dan float. Penggabungan tersebut bertujuan agar saat pengiriman data pembacaan dalam satu waktu dikirim bersamaan.

Setelah nilai input tersimpan dalam variabel bertipe data string maka nilai tersebut akan dicacah menjadi per huruf menggunakan tipe data char. nilai char adalah nilai yang menyimpan karakter secara terpisah. Proses ini dibutuhkan untuk mengubah huruf tersebut menjadi biner yang nantinya akan dikeluarkan oleh kedipan laser untuk pengiriman data.

Setelah laser berkedip sesuai dengan biner maka sensor cahaya (LDR) akan menangkap cahaya tersebut secara low dan high dengan pembatas intensitas cahaya. Nilai batasan tersebut digunakan untuk membedakan intensitas cahaya ruang dengan cahaya laser. Nilai batasan dilihat pada nilai di tengah antara nilai cahaya ruang dengan cahaya laser. Pada cahaya ruang dengan lampu biasanya nilai batasan ada di 200-400 pada pembacaan LDR.

Setelah nilai LDR terbaca maka akan diubah menjadi huruf (nilai bertipe data char). digunakan char pada proses pengubahan tersebut nilai disimpan perhuruf. Pada pembacaan nilai sensor setelah dikirim melalui cahaya maka penyimpanan nilai dibuat menjadi tipe data string. Perubahan menjadi string gunakan agar saat disimpan pada excel data tersebut berada dalam satu kolom.

Nilai yang didapat dapat disimpan pada excel dengan menggunakan software PLX-DAQ. PLX-DAQ (*parallax Data Acquisitions*) adalah *software* untuk menambahkan data dari data yang telah diperoleh mikrokontroler kepada *Microsoft Excel*. Data dari mikrokontroler yang dihubungkan ke sensor dan port serial PC dapat langsung tersimpan pada Excel.

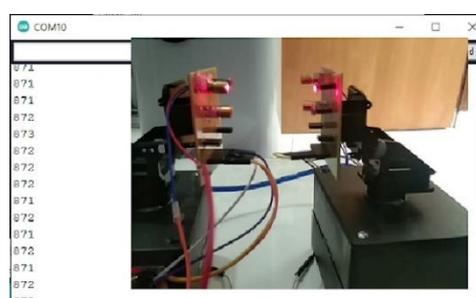
Nilai pada excel dapat dipisah dengan menggunakan rumus pemisah dengan tanda pemisah yang dikirimkan sebelumnya oleh pengirim (;). Maka dapat mengambil dan menempatkan data pertama (*heart rate*), data yang berada sebelum titik koma saja pada kolom tersendiri. Begitupun untuk data kedua (SpO<sub>2</sub>) dan ketiga (suhu). Data tersebut dapat dimonitoring bersamaan dengan waktu yang berjalan pada saat itu sehingga nilai monitoring dapat terlihat histori waktunya

Pada komunikasi pesan teks penerima dapat mengirim pesan balasan pada pengirim dengan cara yang sama yang dilakukan oleh pengirim. Proses pengiriman dan pembacaan data dilakukan dalam satu eksekusi yang dimana jika tidak ada kedipan cahaya maka serial monitor tidak memproses apapun dan dapat mengirimkan teks yang nanti akan dikedipkan. Kemudian jika ada kedipan maka huruf akan dicetak pada serial monitor.

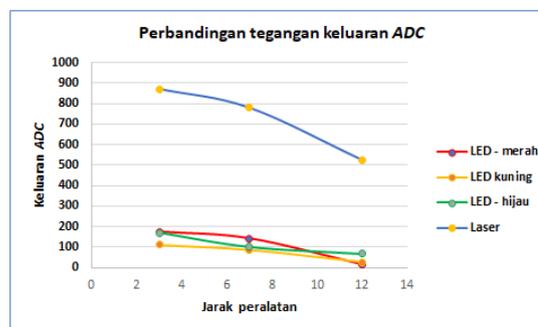
## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Perbandingan pembacaan cahaya dari LED dan laser tanpa penghalang

Sebagai perbandingan penggunaan cahaya LED dan laser, beberapa uji coba dilakukan pada penelitian ini. Pada uji coba dengan cahaya LED, digunakan LED dengan 3 warna. Hal ini dilakukan karena perbedaan intensitas cahaya dapat dipengaruhi oleh warna cahaya tersebut, yang membuat terlihat lebih terang atau lebih redup [13]. Uji coba dilakukan dengan jarak antara dua perangkat sejauh 3 cm, 7 cm, dan 12 cm. Uji coba dilakukan tanpa penghalang antara sumber cahaya dan LDR seperti terlihat pada Gambar 3. Hasil uji coba yang diperlihatkan pada Gambar 4 memperlihatkan, penggunaan laser lebih baik dari pada penggunaan LED.



Gambar 3. Uji coba perbandingan penggunaan cahaya LED dan laser tanpa penghalang.



Gambar 4. Grafik perbandingan hasil uji-coba berbagai sumber cahaya.

### 4.2 Uji coba unjuk kerja purwarupa

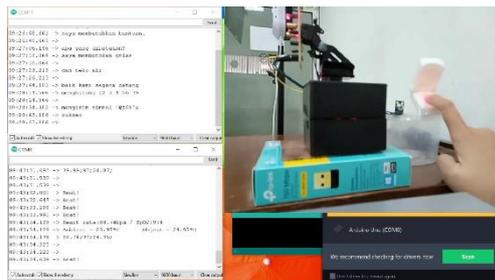
Uji coba unjuk kerja purwarupa dilakukan dengan menguji unjuk kerja peralatan tanpa penghalang dan dengan penghalang berupa kaca di antara dua peralatan seperti pada Gambar 5 dan Gambar 6. Hasil uji coba pengiriman data hasil pembacaan sensor pada monitor diperlihatkan pada Gambar 7 dan Gambar 8.



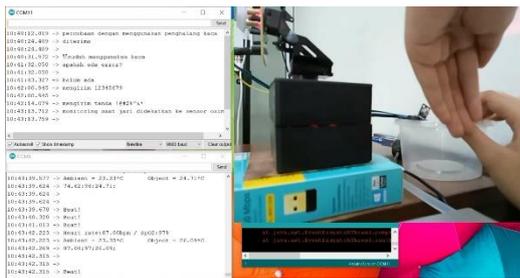
Gambar 5. Seting uji coba dengan jarak 2 meter tanpa penghalang.



Gambar 6. jarak 2 meter antar alat dengan penghalang kaca.



Gambar 7. Hasil uji coba pengiriman data hasil pembacaan oxymeter.



Gambar 8. Hasil uji coba pengiriman data hasil pembacaan sensor suhu.

Hingga jarak 2 m, pengiriman berjalan baik walaupun ada *error* pada komunikasi teks, namun masih dapat ditoleransi. *Error* terjadi karena beberapa faktor salah satunya alat yang bergeser sehingga laser sedikit tidak mengenai sensor. *Error* mulai terjadi ada jarak 6,2 meter, namun demikian teks masih dapat dipahami. Hasil uji coba yang diperoleh antara tanpa penghalang dan dengan penghalang tidak memperlihatkan perbedaan. Hal ini dikarenakan sumber cahaya laser dapat menembus penghalang kaca dengan baik.

Uji coba penyimpanan data ke dalam file excel adalah untuk data hasil monitoring data pasien. Hasil uji coba memperlihatkan bahwa purwarupa telah bekerja sesuai dengan disain. Gambar 9 memperlihatkan tampilan data pada file excel.

	A	B	C	D	E	F	G
1	10:44:47	VALUE		heart rate (bpm)	SpO2(%)	suhu (C)	
2	10:44:48	65		85			
3	10:44:50	0 00 0 23 59		0 00	0	23 59	
4	10:44:53	0 00 0 23 59		0 00	0	23 59	
5	10:44:55	0 00 0 23 59		0 00	0	23 59	
6	10:44:57	0 00 0 23 59		0 00	0	23 59	
7	10:45:00	0 03 0 24 53		0 00	0	24 53	
8	10:45:02	2 68 0 26 97		2 68	0	26 97	
9	10:45:04	35 82 0 26 97		35 82	0	26 97	
10	10:45:07	0 03 0 24 53		0 00	0	24 53	
11	10:45:09	10 40 0 25 05		10 40	0	25 05	
12	10:45:12	57 69 94 24 33		57 69	94	24 33	
13	10:45:14	27 93 0 24 39		27 93	0	24 39	
14	10:45:17	57 47 97 24 53		57 47	97	24 53	
15	10:45:20	10 64 96 24 47		10 64	96	24 47	
16	10:45:23	73 37 97 24 47		73 37	97	24 47	
17	10:45:25	52 14 96 28 05		52 14	96	28 05	
18	10:45:27	0 03 0 26 97		0 00	0	26 97	
19							

Gambar 9. Tampilan data pada file excel.

## 5. KESIMPULAN

Uji coba memperlihatkan purwarupa Li Fi yang dibuat dapat bekerja secara efektif sebagai peralatan komunikasi dan transfer data monitoring. Nilai dan pesan teks yang dikirimkan dapat terbaca dari karakter awal dan akhir. Penggunaan laser dalam proses transmisi terlihat dapat mengatasi penghalang berupa kaca. Pengiriman data sampai jarak 2 meter berjalan tanpa kesalahan, sedangkan pada pengiriman teks, sedikit error terlihat mulai dari 6,2 meter meski demikian teks masih dapat dipahami. Pada penelitian lanjutan, purwarupa dapat disempurnakan untuk mengantisipasi keharusan adanya transmisi lurus (*line of sight*) yang disebabkan karakteristik sinar laser.

## PUSTAKA

- [1] A. A. Ramadian, I. Nofi, Y. Putro, and Y. Prabowo, "Apa Itu Electromagnetic," *Media Dirgant.*, vol. 13, no. 2, 2018.
- [2] S. N. Sofia and Y. Yuniadi, "Electromagnetic Interference of Permanent Pacemaker Tinjauan Pustaka Interferensi Elektromagnetik pada Pacu Jantung," *Cardiology*, vol. 33, no. 1, 2012, doi: <https://doi.org/10.30701/ijc.v33i5.75>.
- [3] N. H. Service, R. Agency, and O. Emergency, "Medical devices: sources of electromagnetic interference," *Med. Healthc. Prod. Regul. Agency*, 2020.
- [4] P. G. B. B., P. Maydeo, S. Bade, and T. Muluk, "Indoor Navigation using LIFI," *Ijarcece*, vol. 6, no. 1, pp. 412–413, 2017, doi: 10.17148/ijarcece.2017.6185.
- [5] M. Leba, S. Riurean, and A. Lonica, "LiFi - The path to a new way of communication," *Iber. Conf. Inf. Syst. Technol. Cist.*, no. Vlc, 2017, doi: 10.23919/CISTI.2017.7975997.
- [6] Z. T. Aldarkazaly, M. F. Younus, and Z. S. Alwan, "Data Transmission Using Li-Fi Technique," *Int. J. Adv. Sci. Technol.*, vol. 29, no. 03, pp. 7367–7382, 2020, [Online]. Available: <http://sersec.org/journals/index.php/IJAST/article/view/7608>.
- [7] V. Y. P. Bokau, "Lifi: Teknologi Komunikasi Nirkabel Masa Depan," *J. Ilm. Realt.*, vol. 14, no. 1, pp. 103–109, 2018, doi: 10.52159/realtech.v14i1.125.
- [8] N. Adiono, Trio and Chandra, Ryan Dharma and Christine, Hillary and Rasydan, Erson and Mulyawan, Rahmat and Syafalni, Infal and Sutisna, "Design of Centralized Oxygen

- Saturation and Heart Rate Patient Monitoring System using Li-Fi,” 2021 Int. Conf. Electr. Eng. Informatics, pp. 1–4, 2021, doi: 10.1109/ICEEI52609.2021.9611106.
- [9] S. Sudha, D. Indumathy, A. Lavanya, M. Nishanthi, D. M. Sheeba, and V. Anand, “Patient monitoring in the hospital management using Li-Fi,” Proc. - 2016 IEEE Int. Conf. Technol. Innov. ICT Agric. Rural Dev. TIAR 2016, no. Tiar, pp. 93–96, 2016, doi: 10.1109/TIAR.2016.7801220.
- [10] H. J. Chang, “Framework for Data Communication in the Hospital using Li-Fi Technology,” Int. J. Sci. Eng. Res., vol. 7, no. 8, pp. 637–639, 2016, [Online]. Available: <http://www.ijser.org>.
- [11] C. Lee et al., “Advanced LiFi technology: Laser light,” Light. Devices, Mater. Appl. XXIV, vol. 11302, p. 38, 2020, doi: 10.1117/12.2537420.
- [12] V. Bindal, “LASER Li-Fi Based SMS Communication,” vol. 4, no. 4, pp. 36–39, 2016.
- [13] M. Mutmainnah, I. Rofii, M. Misto, and D. U. Azmi, “Karakteristik Listrik dan Optik pada LED dan Laser,” J. Teor. dan Apl. Fis., vol. 8, no. 2, pp. 203–208, 2020, doi: 10.23960/jtaf.v8i2.2577.