

**PENGHANTARAN DATA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI LI-FI
(LIGHT FIDELITY) BERDASARKAN JENIS DIOD PEMANCAR
CAHAYA DAN LIMITASI MEDIUM CAHAYA TAMPAK**

Nurin Jazlin binti Roslan

Dr Azana Hafizah binti Mohd Aman

Fakulti Teknologi dan Sains Maklumat, Universiti Kebangsaan Malaysia

ABSTRAK

Projek ini dijalankan bagi melengkapkan tugas Projek Tahun Akhir (PTA) untuk kursus Usulan Projek pada semester 5 dan kursus Projek pada semester 6 bagi memenuhi syarat memperoleh Ijazah Sarjana Muda Teknologi Maklumat dengan Kepujian. Projek ini bertajuk “PENGHANTARAN DATA MENGGUNAKAN TEKNOLOGI LI-FI (LIGHT FIDELITY) BERDASARKAN JENIS DIOD PEMANCAR CAHAYA DAN LIMITASI MEDIUM CAHAYA TAMPAK. Teknologi baharu ini sering dilihat sebagai teknologi yang tidak praktikal dan meluas dalam negara kerana kebolehpayaannya tidak dapat mengatasi teknologi sedia ada iaitu Wi-Fi (Wireless Fidelity) terutamanya. Walaubagaimanapun, projek ini dijalankan untuk melihat kebolehan Li-Fi untuk menghantar data sebagai teknologi alternatif selain teknologi Wi-Fi. Tujuan utama projek ini adalah untuk mengkaji penghantaran data khususnya data audio dengan menggunakan teknologi Li-Fi (Light Fidelity) yang bersumberkan cahaya tampak sebagai medium penghantaran data. Dua keadaan yang dianalisis dalam projek ini ialah halangan atau limitasi dalam penghantaran data dan keamatan cahaya yang digunakan daripada jenis diod pemancar cahaya (LED) yang berbeza di mana pemboleh ubah berikut mempengaruhi proses penghantaran data yang berlaku. Melalui penggunaan metodologi yang tepat, kaedah tersebut mampu membangunkan projek ini dengan lancar dan teratur. Kaedah model Air Terjun (Waterfall) yang menunjukkan hasil kajian dengan lebih mudah dan terperinci. Projek ini diharapkan berjalan tanpa mengatasi sebarang kekangan untuk memenuhi objektif kajian yang diperlukan. Di samping itu, kajian ini diharapkan dapat menyumbang terhadap bidang ilmu agar teknologi Li-Fi berjaya diaplikasikan secara meluas dalam pelbagai bidang seperti tujuan pendidikan, medikal, industri dan lain-lain.

1 PENGENALAN

Teknologi Li-Fi iaitu Light-Fidelity diusul oleh ahli fizik, Harald Haas yang menyediakan penghantaran data melalui pencahayaan dengan menghantar data menerusi mentol cahaya diod pemancar cahaya yang berbeza dalam keamatan di mana lebih laju daripada mata manusia. Projek ini bertumpu kepada perkembangan system Li-Fi dan menganalisa prestasi di samping teknologi yang sedia ada. Wi-Fi hebat untuk liputan tanpa wayar sekitar bangunan manakala Li-Fi sangat ideal bagi liputan data tanpa wayar yang berketumpatan tinggi di dalam ruang yang terbatas dan mempunyai masalah gangguan gelombang radio. Li-Fi menyediakan *bandwidth*, keberkesanan, ketersediaan dan keselamatan yang lebih baik daripada Wi-Fi dan sudahpun mencapai kelajuan tinggi diuji dalam makmal. Dengan dapat memanfaatkan kos rendah LEDs dan unit pencahayaan, terdapat banyak peluang untuk mengeksploitasi medium ini, daripada akses Internet awam menerusi lampu jalan kepada kereta automatik dapat berkomunikasi menerusi lampu hadapan kereta itu. Haas membayangkan masa hadapan di mana data untuk komputer riba, telefon pintar dan tablet dapat dihantar melalui cahaya di dalam bilik. (Sharma et al. 2014)

Peningkatan dalam bilangan penggunaan peranti sambungan mudah alih, seiring dengan trafik data bulanan yang dijangka mencapai 35 exabyte pada tahun 2020, memotivasi kedua-dua akademik dan industri untuk menyumbang usaha dalam pencarian kaedah alternatif penghantaran data. Kaedah alternatif ini melibatkan mmWave, *massive multiple-input multiple output* (MIMO), komunikasi optik dalam ruang bebas dan *Light Fidelity* (Li-Fi) untuk menyokong perkembangan trafik data pada masa hadapan dan generasi seterusnya yang mempunyai sistem komunikasi tanpa wayar berkelajuan tinggi. Antara teknologi yang terlibat, Li-Fi merupakan berdwii-arah baharu, berkelajuan tinggi dan teknologi komunikasi tanpa wayar sepenuhnya menggunakan rangkaian. Li-Fi menggunakan cahaya tampak sebagai medium penyebaran dalam laluan menurun (*downlink*) bertujuan dalam proses pencahayaan dan komunikasi.

LiFi menawarkan kelebihan yang besar berbanding dengan sistem frekuensi radio (FR). Selain itu, teknologi ini berkebolehan untuk memberi jalur lebar yang besar dan tidak terkawal yang boleh didapati dalam spektrum cahaya tampak, kecekapan yang berkuasa tinggi dan penempatan terus oleh diod pemancar cahaya (LED) dan peranti *photodiode* (PD) pada pemancar dan penerima masing-masing di mana ianya mempunyai keselamatan yang terjamin kerana sifat cahaya tidak boleh menembusi objek. Kelebihan yang ketara ini menjadikan Li-Fi lebih menguntungkan untuk dijadikan kajian pada masa kini dan masa hadapan. (Dehghani Soltani et al. 2018)

2 PENYATAAN MASALAH

Pengguna lebih suka menggunakan internet untuk menyelesaikan tugas tertentu melalui kabel atau jaringan nirkabel. Keperluan pengguna untuk mendapat peningkatan dalam jaringan nirkabel di samping kelajuan yang berkurang secara proporsional, mewujudkan satu alternatif lain yang boleh diusahakan.

Walaupun alternatif teknologi Wi-Fi memberi kelajuan sehingga 150 mbps bersesuaian dengan IEEE 802.11 n, masih belum cukup untuk menampung keinginan pengguna. Untuk mengatasi keterbatasan dari Wi-Fi ini, konsep Li-Fi diperkenalkan. Walaubagaimanapun, konsep penggunaan cahaya mempunyai batasan dalam penghantaran data berdasarkan pengamatan cahaya daripada jenis diod pemancar cahaya dan halangan yang berada di antara medium cahaya untuk *receiver* menerima data daripada *transmitter*.

3 OBJEKTIF KAJIAN

Objektif projek ini adalah untuk mengkaji hasil penghantaran data berdasarkan jenis diod pemancar cahaya (LED) yang mempunyai keamatan cahaya yang berbeza dan menganalisa limitasi cahaya tampak yang menjadi medium penghantaran data. Kajian ini bertujuan untuk menyumbang dalam implementasi teknologi Li-Fi dalam IoT (*Internet of Things*) untuk penghantaran data yang lebih efektif.

4 METOD KAJIAN

Secara umum, metod kajian adalah suatu penerapan ilmu pengetahuan, keahlian dan ketrampilan dalam fasa perancangan, analisis, reka bentuk dan pengujian untuk mencapai tujuan projek yang telah ditetapkan. Dengan adanya pengurusan projek, hasil diperoleh menjadi optimal dalam waktu, mutu dan keselamatan kerja.

Suatu projek dapat dinilai berhasil apabila projek tersebut dapat memenuhi tiga kriteria. Kriteria pertama adalah apabila projek tersebut dapat diselesaikan tepat pada waktunya sesuai dengan jadual yang telah ditetapkan. Kriteria kedua adalah projek tersebut dapat diselesaikan sesuai dengan anggaran yang telah ditetapkan dalam perencanan projek. Seterusnya, kriteria ketiga adalah projek yang telah diselesaikan tersebut harus memenuhi spesifikasi, *standard* dan kriteria yang telah ditetapkan dan hasilnya dapat diterima dengan baik. (Ulfa 2018)

4.1 Fasa Perancangan

Perancangan projek adalah tahap awal suatu projek dimulakan. Tahap ini memberikan gambaran global suatu projek dalam bentuk definisi projek yang berisi ruang lingkup projek, tujuan projek, waktu pengerjaan projek dan informasi umum lainnya. Dalam tahap ini dilakukan identifikasi tujuan, sumber daya, batasan-batasan dari projek hingga identifikasi hasil akhir dapat menentukan apakah projek tersebut layak dilakukan atau tidak.

4.2 Fasa Analisis

Fasa analisis adalah proses dimana ditentukannya secara terperinci langkah-langkah yang perlu dilakukan untuk mencapai tujuan dari suatu projek. Dalam fasa ini dilakukan pemetaan terhadap kemungkinan risiko yang akan muncul serta langkah antisipasi yang harus diambil. Dalam tahap ini juga ditentukan jangka waktu pelaksanaan projek, anggaran yang diperlukan serta keperluan sumber daya untuk melaksanakan projek ini.

4.3 Fasa Reka Bentuk

Untuk membangunkan sesuatu projek, pengurusan yang teliti diperlukan untuk memulakan, merancang, melaksanakan, mengawal dan menamatkan sesebuah projek. Pemilihan kaedah atau metodologi yang sesuai untuk pelaksanaan projek dapat membantu fasa ini untuk dijalankan dengan lebih teratur. Tujuan metodologi ini adalah untuk kefahaman yang lebih luas dan terperinci tentang pengaplikasian kaedah dengan membuat huraian tentang proses kajian.

Spesifikasi reka bentuk projek ini melibatkan reka bentuk seni bina yang mengidentifikasi dan menghuraikan tentang perancangan pemasangan litar berserta ilustrasi rajah. Selain itu, reka bentuk algoritma dibina untuk menerangkan fungsi sistem projek melalui carta alir program.

4.4 Fasa Pengujian

Pembangunan dan pengujian yang dilaksanakan hasil daripada analisa dan perancangan kajian untuk memastikan keberkesanan kajian. Di samping dapat mengenalpasti kesilapan dan mencari limitasi, pengujian ini mampu mengesahkan objektif kajian agar dapat dipenuhi dengan sebaiknya. Proses sepanjang metodologi ini direkodkan bersesuaian dengan kajian yang dilaksanakan.

Perkakasan dan komponen yang diimplementasi di dalam kajian ini diteliti satu persatu daripada proses pemasangan daripada awal hingga akhir. Setiap proses implementasi mempunyai tujuan tersendiri untuk memastikan pengujian dapat dilaksanakan dengan lancar dan berupaya untuk mencapai objektif yang ditumpu. Pengujian menggunakan jenis sumber cahaya yang berbeza dapat menganalisa jarak yang berkualiti berdasarkan hasil pemerhatian yang diperoleh.

Projek ini merangkumi pengujian terhadap teknologi Li-Fi berasaskan Internet Pelbagai Benda (IoT) yang memerlukan pendekatan ujian terhadap kebolegunaan, keselamatan IoT, penyambungan, prestasi, ujian keserasian, pengawalseliaan dan ujian penaiktarafan. Walaubagaimanapun, akan wujud beberapa cabaran secara tidak

langsung dalam pendekatan ujian yang dilaksanakan. Maka, cabaran tersebut perlu diatasi dengan cadangan solusi yang bersesuaian.

Teknologi baru Li-Fi ini memerlukan cara kerja yang sederhana. Medium cahaya diperoleh daripada alat peranti pemancar diod pemancar cahaya dan pengesan cahaya menggunakan panel solar mengikut jarak yang diboleh ubah. Data akan dikirimkan melalui teknologi Li-Fi ini dengan menyalakan cahaya LED dalam jumlah yang tertentu dan dikesan oleh panel solar yang akan menerima data yang disampaikan.

Setiap keperluan bagi membangunkan teknologi Li-Fi ini mempunyai spesifikasi kegunaan masing-masing. Kegunaan bagi setiap perkakasan dijelaskan secara ringkas dalam Jadual 4.1.

Jadual 4.1 Kegunaan bagi setiap perkakasan pembangunan teknologi Li-Fi

Perkakasan	Kegunaan/ Fungsi
Diod pemancar cahaya (LED)	Diod semikonduktor yang menghasilkan cahaya dengan menggunakan tenaga yang dibekalkan oleh bateri
Komputer riba	Sumber data audio diperolehi daripada komputer riba untuk dihantar ke pembesar suara
Pembesar suara	Pembesar suara berfungsi sebagai transduser elektroakustik yang menukar isyarat elektrik kepada bunyi dan komputer mengolah data sesuai dengan prosedur yang telah dirumuskan sebelumnya untuk menghasilkan informasi bermanfaat buat pengguna.
Panel solar	Mengesan cahaya dan merupakan komponen penting untuk proses penghantaran data
Kabel pelompat "Male-Female"	Kabel kawat lompat berwarna

<i>Jack</i> soket	Menghubungkan pembesar suara dengan sambungan wayar panel solar
Bateri	Membekalkan kuasa elektrik
Perintang	Mengehadkan arus elektrik dalam litar
<i>Jack</i> audio	Menghubungkan komputer riba kepada LED
Kabel kuprum	Kabel sambungan jenis kuprum

Setiap aspek yang ditekankan iaitu kefungisian dan kualiti bertujuan untuk memenuhi kedua-dua keperluan bagi pengguna dan sistem. Jadual 4.2 di bawah menerangkan dengan jelas hubungan aspek spesifikasi keperluan sistem dengan keperluan pengguna dan keperluan sistem.

Jadual 4.2 Hubungan antara aspek spesifikasi keperluan

Aspek	Keperluan Pengguna	Keperluan Sistem
Kefungsian	<ul style="list-style-type: none"> Penggunaan Li-Fi secara meluas dalam pelbagai fungsi sambungan pelbagai peranti IoT. 	<ul style="list-style-type: none"> Perancangan lengkap untuk mengaplikasikan penggunaan IoT dengan menggunakan penghantaran data Li-Fi.
Kualiti	<ul style="list-style-type: none"> Penghantaran data dalam jarak yang lebih jauh tanpa gangguan atau kehilangan data semasa proses berlaku. Penggunaan cahaya tampak yang optimal semasa penghantaran data. 	<ul style="list-style-type: none"> Pengujian jarak cahaya yang diboleh ubah untuk kenalpasti jarak maksima bagi tujuan transmisi data. Pengujian keamatan cahaya dalam penghantaran data yang sempurna

5 HASIL KAJIAN

Untuk mencapai objektif, kaedah implementasi perlu dilaksanakan berdasarkan perancangan awal kajian. Bagi mengenal pasti kelajuan proses transmisi data yang dihantar melalui sumber cahaya tampak kepada pengesan cahaya, hasil pemerhatian direkodkan ke dalam jadual kajian.

Tiga sumber cahaya berbeza parameter iaitu daripada sudut jumlah arus panjang gelombang (nm), keamatan cahaya (mcd), voltan operasi (V) dilihat sebagai maklumat parameter dalam penggunaan jenis diod pemancar cahaya dalam kajian ini. Jadual 5.1 menunjukkan parameter setiap sumber cahaya yang digunakan.

Jadual 5.1 Parameter untuk setiap sumber cahaya

No.	Sumber cahaya	Panjang gelombang (nm)	Keamatan cahaya (mcd)	Voltan (V)
1	LED putih	6000.0	14000.0 - 16000.0	3.00-3.2
2	LED merah	620.0	600.0 - 1200.0	1.8-2.0
3	LED merah	590.0	600.0 - 1200.0	2.0-2.2

Proses transmisi audio ini diuji dalam jarak maksimum yang boleh dicapai oleh *receiver* iaitu panel solar untuk menerima data yang dihantar. Jarak yang melangkaui input yang direkod akan menyebabkan proses transmisi tidak dapat dihantar dengan baik kerana keupayaan keamatan cahaya yang sukar dikesan oleh panel solar.

Jadual 5.2 menunjukkan jenis sumber cahaya yang berbeza keamatan dalam unit millikandela memberi kesan jarak lurus penghantaran data. Semakin tinggi keamatan cahaya LED, semakin tinggi jarak penghantaran data. Simbol ✓ menunjukkan output data audio masih boleh didengari manakala simbol × menunjukkan sebaliknya.

Jadual 5.2 Kebolehpayaan jenis sumber cahaya diukur melalui jarak lurus yang dapat dicapai oleh panel solar (*receiver*) daripada *transmitter* (LED)

No.	Sumber cahaya	Keamatan cahaya (cmd)	Jarak lurus (cm)		
			0.0 -10.0	10.0 - 20.0	20.0 - 30.0
1	LED putih	14000.0 – 16000.0	✓	✓	✓
2	LED merah	600.0 - 1200.0	✓	✓	×
3	LED kuning	600.0 - 1200.0	✓	×	×

Untuk pengujian yang kedua, jarak lurus 0 sehingga 10 cm diukur dengan berkeadaan terhalang oleh jenis objek penghalang yang mempunyai kelegapan yang berbeza di antara diod pemancar cahaya dan panel solar. Jenis diod pemancar cahaya iaitu LED putih dan kedudukan antara objek penghalang antara LED merupakan pemalar untuk uji kaji ini. Objek penghalang akan menyebabkan proses transmisi tidak dapat dihantar dengan baik kerana keupayaan keamatan cahaya yang sukar dikesan oleh panel solar. Dengan ini, limitasi untuk teknologi Li-Fi dapat diteliti daripada hasil pengujian yang diperoleh.

Jadual 5.3 menunjukkan kelegapan objek penghalang memberi kesan jarak lurus penghantaran data. Semakin tinggi kelegapan objek penghalang, semakin rendah kualiti output audio yang dapat didengari.

Jadual 5.3 Kebolehpayaan proses transmisi data melalui objek penghalang diukur melalui hasil output audio yang dapat dicapai oleh panel solar (*receiver*) daripada *transmitter*

No.	Objek penghalang	Kelegapan	Output data audio
1	Papan hitam	Paling tinggi- cahaya tidak boleh menembusinya	Tiada output didengari
2	Plastik gelembung putih	Sederhana- separa cahaya boleh menembusinya	Kelantangan audio semakin rendah dan kurang jelas
3	Plastik jernih	Paling rendah- cahaya boleh menembusinya	Kelantangan audio tidak berubah dan jelas

6 KESIMPULAN

Untuk keseluruhan projek ini, proses penghantaran data menggunakan teknologi Li-Fi dapat dilakukan dan dijalankan untuk mencapai objektif kajian. Analisa projek ini akan memberi kemudahan dalam pengembangan dan penambahbaikan teknologi Li-Fi pada masa depan. Setiap fasa dalam kajian ini memerlukan penelitian agar analisa yang dilakukan tepat dan terperinci.

Sepanjang kajian dilakukan, terdapat beberapa limitasi yang dapat dikenalpasti. Salah satu limitasinya ialah cahaya tampak tidak dapat menembus dinding dan bahan legap. Walaupun begitu, penyalahgunaan atau ancaman daripada luar boleh diatasi kerana penggunaan medium cahaya yang terhad pada satu kawasan. Selain itu, penggunaan jenis pemancar diod cahaya (LED) diambil kira dalam situasi sebenar perlu sesuai dengan keselesaan mata dan tidak merosakkan ekosistem oleh voltan yang digunakan.

Projek ini digalakkan untuk ditambahbaik agar hasil kajian lebih terperinci dan sempurna. Dalam bahagian pengujian litar, kit Arduino perlu digunakan untuk mendapat data sepanjang proses transmisi data dilakukan. Data seperti kadar kelajuan data yang dihantar atau kadar keamatan cahaya mampu untuk menyumbang kajian dengan lebih tepat. Hasil analisa data perlu didokumentasi di dalam projek ini dan menentukan sama ada objektif kajian tercapai atau tidak.

Li-Fi merupakan teknologi baharu yang akan terus berkembang sebagai kompeten untuk berbagai teknologi pengembangan dan penemuan lainnya. Sumber cahaya yang menjadi sumber utama dalam penghantaran data dalam teknologi ini amat menguntungkan dan dapat diterapkan di berbagai bidang yang tidak dapat dilakukan dengan Wi-Fi dan teknologi lain. Oleh kerana itu, aplikasi Li-Fi masa depan dapat diprediksi dan diperluas ke berbagai bentuk plat seperti bidang pendidikan, bidang medikal, kawasan industri dan bidang lain.

Seiring dengan pertambahan bilangan orang dengan kepentingan peranti elektronik yang mengakses internet nirkabel, gelombang udara semakin lama semakin bertambah sehingga semakin sukar mendapatkan signal berkelajuan tinggi. Hal ini dapat menyelesaikan masalah seperti kekurangan *bandwith* frekuensi radio dan juga menghasilkan Internet di mana radio tradisional tanpa wayar tidak boleh diaplikasikan seperti kawasan pesawat udara atau rumah sakit.

7 RUJUKAN

Abdullah, A. A. & Qays Hatem, M. 2018. Audio transmission through li-fi technology. *International Journal of Civil Engineering and Technology* 9(7): 853–859.

Adiono, T., Fuada, S. & Pradana, A. 2018. Desain dan Realisasi Sistem Komunikasi Cahaya Tampak untuk Streaming Teks berbasis PWM Trio. *Jurnal Ilmiah Setrum* 6(2): 270–279.

Bhope, V., Naikwadi, A., Gilbile, S. & Shinde, S. 2019. Patient Monitoring in Hospital using Li-Fi. *International Journal of Computer Science and Mobile Computing* 8(6): 38–44.

Dehghani Soltani, M., Wu, X., Safari, M. & Haas, H. 2018. Bidirectional User Throughput Maximization Based on Feedback Reduction in LiFi Networks. *IEEE Transactions on Communications* 66(7): 3172–3186.

doi:10.1109/TCOMM.2018.2809435

- Jagadeeswari, B., Anusha, C. S. & Preethi, D. M. | M. 2019. Audio Transmission using Li-Fi Technology. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development* Volume-3(Issue-3): 1008–1011. doi:10.31142/ijtsrd23156
- Nugraha, A. A. D. 2017. Metodologi Penelitian Sistem Informasi. Universitas Trilogi.
- Pradita, R. 2016. Pertimbangan Regulasi Li-Fi di Indonesia. *Journal of Chemical Information and Modeling* 53(9): 1–6. doi:10.1017/CBO9781107415324.004
- Sharma, R. R., Raunak & Sanganal, A. 2014. Li-Fi Tech[1] R. R. Sharma, A. Sanganal, and others, “Li-Fi Technology: Transmission of data through light,” *Int. J. Comput. Technol. Appl.*, vol. 5, no. 1, p. 150, 2014. nology: Transmission of data through light. *International Journal of Computer Technology and Applications* 5(1): 150.
- Sheikh, A. J., Kudupudi, V., Sayyed, A., Deshmukh, A. & Mithapelli, U. 2018. Serial and Parallel Data Transmission Through Li-Fi 35–39.
- Ulfa, R. M. 2018. Manajemen Proyek Perencanaan Implementasi Light-Fidelity (Li-Fi) untuk Navigasi GPS 1–7.
- V.Revathi, A.Santhi, V.Vishali, S.Vishnupriya & S.Chitra. 2016. Blind Person Intimation Through Predefined Voice With Visible Light Communication (Vlc) Protocol. *An International Journal of Advanced Computer Technology (Vlc)*: 39–42.