

Perancangan Perangkat Penerima Komunikasi Suara Dalam Air Berbasis *Visible Light Communication* (VLC)

Aditya Tama Caesar ¹, Rozeff Pramana, ST., MT. ², Sapta Nugraha, ST., M.Eng. ³

Jurusan Teknik Elektro

Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Mahasiswa ¹, Pembimbing I ², Pembimbing II ³

E-mail: aditya.tamac95@gmail.com ¹, rozeff_p@yahoo.co.id ², saptanugraha130489@gmail.com ³

Abstrak

Komunikasi dalam air yang diimplementasikan untuk menghubungkan beberapa pulau saat ini hanya menggunakan kabel bawah air yang memiliki biaya sangat tinggi, lalu komunikasi dalam air untuk jarak pendek diantaranya menggunakan gelombang radio dengan frekuensi sangat rendah dan gelombang akustik. Pada penelitian ini perancangan perangkat penerima komunikasi suara dalam air memanfaatkan cahaya tampak dengan bagian penerima yang memiliki luas penampang yang besar dengan tujuan untuk dapat menerima persebaran cahaya yang berisi informasi dengan lebih baik. Penelitian ini berfokus pada bagian penerima, dengan memperhatikan beberapa parameter yang mempengaruhi kinerja perangkat penerima. Parameter-parameter tersebut diantaranya jarak antar perangkat, kedalaman perangkat dan intensitas cahaya. Perancangan perangkat penerima komunikasi suara dalam air berbasis *Visible Light Communication* ini menghasilkan sebuah sistem komunikasi yang dapat beroperasi di dalam air dengan jarak sebesar 1 km.

Kata kunci : *Visible Light Communication*, Komunikasi Dalam Air, *Receiver*

1. Latar Belakang

Pada era modern ini, komunikasi antar daerah bukanlah menjadi suatu permasalahan yang rumit lagi, karena sudah ada sebuah sistem yang dapat menangani hal ini, yaitu sistem telekomunikasi. Komunikasi antar daerah yang berbatasan air saat ini ada tiga cara, yaitu menggunakan gelombang radio dengan frekuensi tinggi, kabel dalam air dan gelombang akustik.

Visible Light Communication (VLC) adalah sebuah sistem komunikasi yang memanfaatkan cahaya sebagai media transmisinya dan lampu LED sebagai sarana pengirimannya. Prinsip dasar VLC adalah memanfaatkan kedipan lampu LED yang berlangsung dalam perioda yang sangat singkat sehingga tidak dapat dilihat secara kasat mata, ini menjadi kelebihan bagi VLC

dimana kedipan lampu tersebut tidak akan mengganggu penglihatan makhluk hidup, khususnya manusia. Kedipan lampu VLC akan membentuk sebuah sinyal pulsa dengan rentang frekuensi yang tinggi, dimana frekuensi ini dapat dimanfaatkan untuk menumpangkan sebuah informasi berbentuk data. VLC juga dapat mengirimkan informasi berupa suara dengan cara memanfaatkan perubahan tegangan yang dihasilkan dari amplitudo suara.

Giles dan Bankman (2005) melakukan sebuah perancangan sistem komunikasi optik bawah laut yang menggunakan LED dan *commercial off-the-shelf* (COTS) photodiode. Das, dkk (2012) melakukan pengujian penggunaan tiga warna LED pada komunikasi cahaya tampak yang

diaplikasikan di bawah air. Grobe, dkk (2013) membahas cara dan tantangan untuk membuat sistem komunikasi cahaya tampak berkecepatan tinggi, dalam pembahasannya dikatakan sebelumnya telah ada sebuah prototipe VLC dua arah secara realtime dengan *data rate* sebesar 500 Mb/s.

Cossu, dkk (2013) melakukan pengujian transmisi kecepatan tinggi tanpa kabel menggunakan optik yang diaplikasikan di dalam air menggunakan *bit rate* dan skema modulasi yang berbeda. Darlis, dkk (2013) melakukan pengujian tentang *visible light communication* dengan dua tipe penerima, yaitu *photovoltaic* dan *photodiode*. Adiono, dkk (2016) mengusulkan sebuah rancangan sistem komunikasi yang berbasis pada komunikasi cahaya tampak, dimana rancangan yang diusulkan tersebut terdiri dari *driver* LED dan *Transimpedance Amplifier* (TIA).

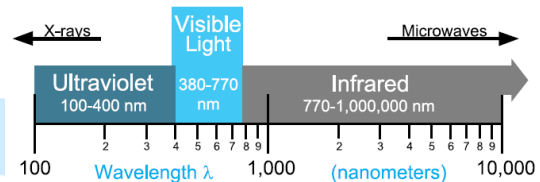
Pada penelitian mengenai komunikasi telah dilakukan oleh Pramana, dkk (2015) melakukan komunikasi data dan sistem kontrol pada mini boat dengan tujuan untuk mengirimkan data ke pusat kontrol. Sistem komunikasi dan kontrol berbasis 8535 (*microcontroller*) dan Zig Bee Pro adalah teknik kontrol jarak jauh yang dapat diaplikasikan menggunakan sebuah laptop sebagai pusat kontrol. Transmisi data dari laptop ke mini boat dikirimkan melalui antenna perangkat Zig Bee Pro yang berada di pusat kontrol.

2. Landasan Teori

a. Cahaya Tampak

Cahaya tampak yang paling dasar adalah sinar putih yang terdiri dari semua komponen warna dari spektrum

cahaya. Spektrum cahaya terbagi menjadi beberapa bagian berdasarkan batasan panjang gelombang. Panjang gelombang yang berbeda-beda diterima dan diproses oleh otak manusia sebagai warna (Pamungkas et al., 2015).



Gambar 1. Spektrum Cahaya Tampak

b. Intensitas Cahaya

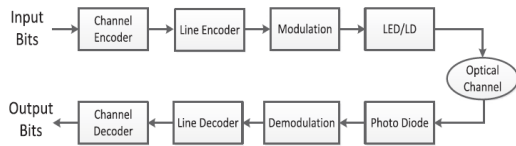
Intensitas cahaya adalah besaran pokok fisika yang digunakan untuk mengukur daya yang dipancarkan oleh suatu sumber cahaya pada arah tertentu per satuan sudut. Satuan SI dari intensitas cahaya adalah *Candela* (Cd) (Danurwendo, 2010).

Irradiansi adalah sebuah ukuran dari fluks radian yang diterima oleh satu unit luas permukaan, atau kerapatan fluks. Irradiansi biasanya dinyatakan dalam W/cm^2 (watt per centimeter persegi) atau W/m^2 (watt per meter persegi). Iluminansi adalah ukuran fluks cahaya yang diterima oleh satu unit luas permukaan, atau kerapatan fluks tampak. Iluminansi biasanya dinyatakan dalam lux (lumen per meter persegi) (Ryer, 1997).

c. Visible Light Communication (VLC)

Komunikasi cahaya tampak atau *Visible Light Communication* (VLC) merupakan sistem *optical wireless communication* yang membawa informasi dengan cara memodulasi cahaya tampak. Cahaya tampak pada prinsipnya digunakan untuk keperluan penerangan. Pada konsep VLC, cahaya tampak disandikan dan dimodulasi

sehingga dapat membawa informasi dengan tetap menjaga fungsinya sebagai keperluan penerangan. Dengan begitu, energi yang digunakan dapat lebih efisien karena dengan jumlah energi yang sama keperluan penerangan dan komunikasi dapat tercapai (Khan, 2017).



Gambar 2. Blok Diagram *Physical Layer* VLC

d. Laser

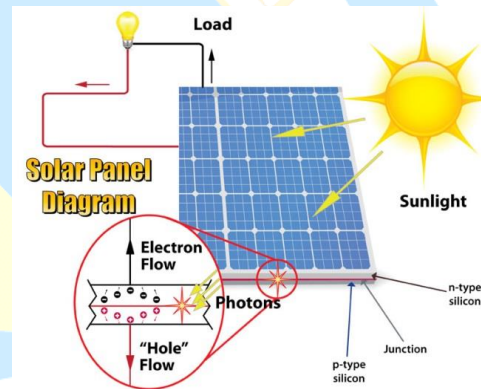
Laser adalah sebuah sumber cahaya yang koheren, hampir monokromatik dan searah. *Laser* merupakan singkatan dari *Light Amplification by Stimulating Emission of Radiation* yang berarti cahaya diperkuat melalui proses pancaran yang dipicu. *Laser* terdiri dari beberapa jenis bergantung pada medium *laser* yang digunakan. Seperti zat padat, cair, gas dan semikonduktor. *Laser* zat padat yang paling dikenal adalah laser Ruby, laser Ti:S, dan laser Nd:YAG, sedangkan untuk *laser* gas adalah laser He- Ne dan Laser CO₂. *Laser Dye* dan *laser* dioda masing masing adalah contoh *laser* zat cair dan semikonduktor (Minarni et al., 2013).



Gambar 3. Jenis Laser Semikonduktor

e. Photovoltaic

Photovoltaic adalah teknologi yang berfungsi untuk mengubah atau mengkonversi radiasi matahari menjadi energi listrik secara langsung. Energi solar atau radiasi cahaya terdiri dari biasan *foton-foton* yang memiliki tingkat energi yang berbeda-beda. Perbedaan tingkat energi dari *foton* yang menentukan panjang gelombang dari *spectrum* cahaya. Ketika *foton* mengenai suatu sel *photovoltaic*, maka *foton* tersebut dapat dibiaskan dan diserap kemudian diteruskan menembus sel *photovoltaic*. *Foton* yang diserap oleh sel *photovoltaic* inilah yang akan memicu timbulnya energi listrik (Yani, 2016).



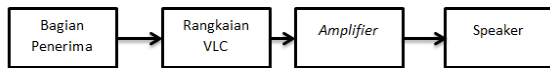
Gambar 4. *Photovoltaic*

f. Amplifier

Sebuah *amplifier* dirancang untuk meningkatkan tegangan, arus dan daya. Nilai dari peningkatan ini dikenal dengan *gain* dari *amplifier*. Metode untuk menentukan nilai *gain* itu penting dan harus ditetapkan untuk dimaksudkan pada penerapan *amplifier* tersebut (Pettit dan McWorther, 1961).

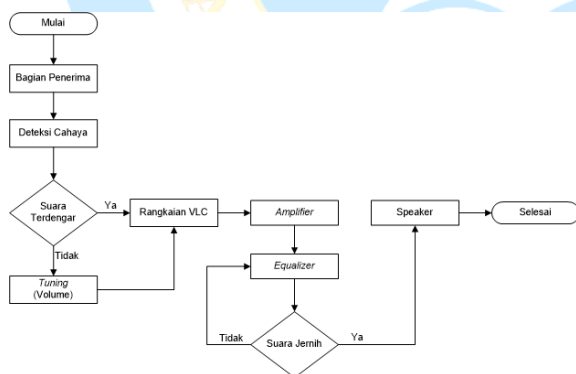
3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem terdiri menjadi empat bagian untuk bagian input berupa bagian penerima, bagian proses yang terdiri dari rangkaian VLC, bagian output terdiri dari *amplifier* dan speaker yang diwujudkan dalam bentuk diagram blok.



Gambar 5. Diagram Blok Sistem

Cara kerja dari perangkat penerima komunikasi dalam air berbasis VLC dapat dilihat dari gambar 6 dimana untuk mendapatkan sinyal masukan berupa suara pada bagian awal terdapat bagian penerima. Sinyal analog yang menjadi keluaran bagian penerima tersebut masuk ke rangkaian VLC yang terdiri dari penguat audio dan kapasitor filter, pada rangkaian ini dilakukan proses perubahan sinyal analog menjadi sinyal suara, apabila suara pada bagian akhir sistem belum terdengar, maka perlu dilakukan *tuning* pada rangkaian VLC, dimana *tuning* tersebut berfungsi untuk menaik-turunkan volume suara. Sinyal suara yang dihasilkan dari rangkaian penerima masuk ke rangkaian *amplifier* untuk menghasilkan suara yang lebih jernih, proses penjernihan suara pada *amplifier* dilakukan pada bagian *equalizer* sederhana dari *amplifier* itu sendiri yang terdiri dari dua *tuning* yaitu *treble* dan *bass*, lalu selanjutnya masuk ke speaker untuk mendengarkan suara yang telah diproses.



Gambar 6. Flowchart Cara Kerja Perangkat

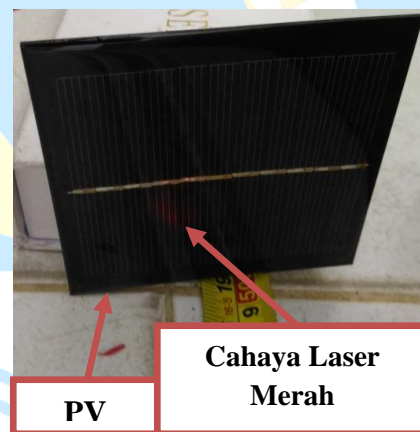
4. Hasil Dan Pembahasan

a. Pengujian Bagian Penerima

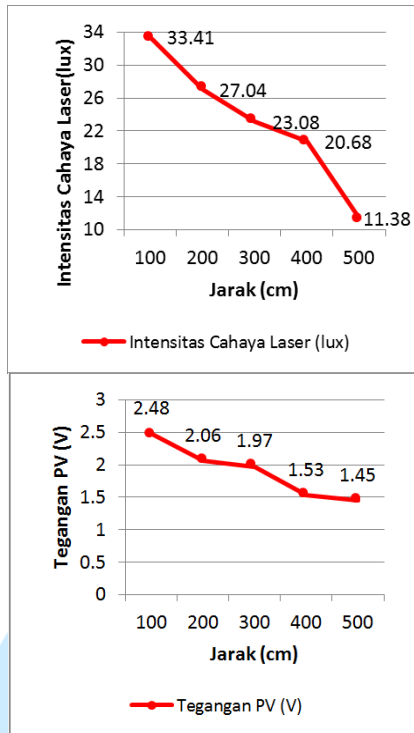
Pengujian bagian penerima dengan menggunakan laser merah dan laser

hijau dilakukan pada jarak setiap 100 cm, hal ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan pembiasan cahaya merah dan hijau yang diterima pada bagian penerima.

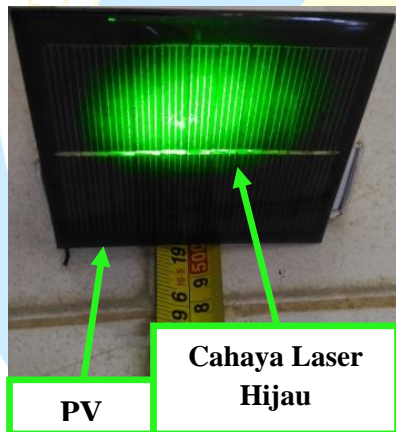
Berdasarkan gambar 7, bahwa cahaya laser merah yang diterima pada *photovoltaic* dengan jarak 500 cm sudah mulai memudar hal itu disebabkan oleh rendahnya intensitas cahaya laser tersebut. Dapat ditarik kesimpulan bahwa semakin jauh jarak yang ditempuh cahaya laser merah maka semakin kecil intensitas cahaya dan tegangan *photovoltaic* yang terukur. Perubahan yang tidak terlampau jauh antara jarak satu dan jarak berikutnya itu dipengaruhi oleh faktor cahaya ruangan yang berubah-ubah.



Gambar 7. Pengujian Bagian Penerima dengan Laser Merah



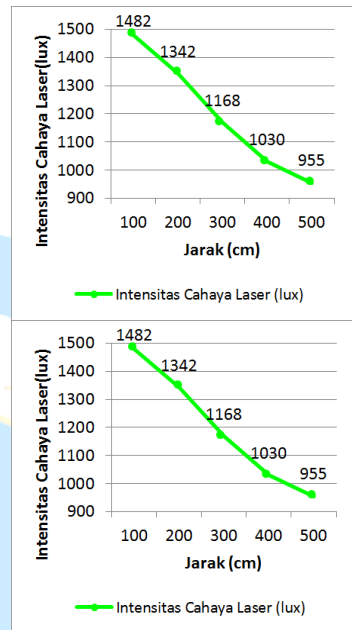
Gambar 8. Grafik Pengujian Bagian Penerima dengan Laser Merah



Gambar 9. Pengujian Bagian Penerima dengan Laser Hijau

Berdasarkan grafik pada gambar 10 menunjukkan bahwa semakin jauh jarak yang ditempuh cahaya laser hijau maka semakin kecil intensitas cahaya yang diterima *photovoltaic* namun akibat adanya pembiasan karena kerusakan lensa fokus pada laser hijau yang digunakan, semakin jauh jarak yang ditempuh cahaya laser maka semakin besar pembiasan yang dialami oleh cahaya tersebut maka cahaya ini

menutupi setengah luas penampang *photovoltaic*, sehingga tegangan yang terukur pada *photovoltaic* meningkat.



Gambar 10. Grafik Pengujian Bagian Penerima dengan Laser Hijau

b. Pengujian Rangkaian VLC

Pengujian rangkaian VLC dengan laser merah dilakukan pada jarak 500 cm, pengujian ini dilakukan pada jarak setiap 100 cm. Pengujian ini berfokus pada pengukuran tegangan *root mean square* (rms) dan frekuensi sinyal yang diterima dan dikeluarkan dari rangkaian ini. Tegangan rms adalah tegangan yang terbaca pada sinyal sinusoidal, dimana nilai tegangan tersebut berubah-ubah. Pada pengujian rangkaian VLC dengan laser merah ini, intensitas cahaya ruangan dan laser tidak dapat diukur disebabkan adanya masalah pada *lux meter* yang digunakan.

Berdasarkan tabel 1, bahwa semakin jauh jarak yang ditempuh cahaya laser merah maka semakin tinggi tegangan inputnya namun berbanding terbalik dengan tegangan outputnya, penurunan tegangan output dipengaruhi oleh seberapa besar tegangan input audio

yang diterima bukan seberapa besar tegangan yang terbaca, karena tegangan yang terbaca adalah hasil dari pencampuran cahaya laser merah yang berisi informasi suara dan cahaya ruangan. Berdasarkan data frekuensi, dapat dilihat bahwa tidak memiliki ketetapan yang jelas, hal ini dipengaruhi oleh tipe suara yang dikirimkan, pada pengujian ini digunakan suara musik dengan frekuensi yang berbeda-beda.

Berdasarkan data pengujian rangkaian VLC dengan laser hijau pada tabel 2, bahwa yang berperan dalam perubahan tegangan input adalah intensitas cahaya ruangan, pada jarak 100 cm terukur intensitas cahaya laser sebesar 678 lux dan intensitas cahaya ruangan sebesar

68 lux sehingga tegangan input terukur sebesar 216 mV dan tegangan output sebesar 24 mV, kemudian pada jarak 200 cm terukur intensitas cahaya laser sebesar 433 lux dan intensitas cahaya ruangan sebesar 74,1 lux sehingga tegangan input terukur sebesar 270 mV dan tegangan output 28 mV. Perbandingan intensitas cahaya ruangan antara jarak 100 cm dan 200 cm memiliki dampak pada tegangan input namun tidak memberikan dampak pada tegangan output, penguatan yang dilakukan oleh rangkaian VLC sesuai dengan yang diharapkan, yaitu walaupun tegangan input menurun, tegangan output akan tetap naik, karena prinsip kerja rangkaian VLC adalah melakukan penguatan tegangan audio.

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Rangkaian VLC dengan Laser Merah

Jarak (cm)	Tegangan Input (mV _{rms})	Tegangan Output (mV _{rms})	Frekuensi Input (Hz)	Frekuensi Output (Hz)
100	94.40	208	67.24	37.45
200	99.20	104	63.61	24.81
300	100.8	104	142.6	63.04
400	112.8	128	52.17	52.37
500	116.8	112	41.20	65.38

Tabel 2. Data Hasil Pengujian Rangkaian VLC dengan Laser Hijau

Jarak (cm)	Intensitas Cahaya (Lux)		Tegangan Input (mV _{rms})	Tegangan Output (mV _{rms})	Frekuensi Input (Hz)	Frekuensi Output (Hz)
	Laser	Ruangan				
100	678	68	216	24	1020	1290
200	433	74.1	270	28	1190	1360
300	363	36	200	32	600.9	1300
400	329	27	170	52	505	474.3
500	316	28.9	160	64	673	925.9

c. Pengujian Sistem Secara Keseluruhan

Pengujian sistem secara keseluruhan terlebih dahulu dilakukan di darat untuk mengetahui jarak optimal pengoperasian

perangkat. Waktu pengujian adalah dari jam 19:00 hingga 00:00. Pengujian sistem ini menggunakan dua parameter yaitu jarak dan intensitas cahaya.

Berdasarkan data pengujian sistem secara keseluruhan di darat pada tabel 3

dengan intensitas cahaya lingkungan yang stabil pada nilai 0 lux. Didapatkan data intensitas cahaya laser yang diterima sangat berpengaruh terhadap jarak yang ditempuh oleh cahaya laser hijau tersebut. Pada jarak 200 m, didapatkan tegangan input sebesar 310 mV dan pada output mengalami penguatan menjadi 455 mV. Sementara pada jarak 400 meter, mengalami penurunan tegangan yang cukup drastis yaitu didapatkan tegangan input sebesar 130 mV dan output sebesar 151 mV. Penurunan drastis ini disebabkan oleh tinggi dan rendahnya tegangan suara yang diinputkan pada pengirim. Tinggi dan rendahnya tegangan suara dapat

terlihat dari intensitas cahaya laser yang terukur, dimana pada jarak 200 m, terukur intensitas cahaya laser sebesar 33,12 lux dan pada jarak 400 m sebesar 16,40 lux.

Tahap pengujian berikutnya adalah melakukan pengujian sistem secara keseluruhan di air laut untuk mendapatkan jarak paling optimal dari sistem ini. Terdapat beberapa kendala yang mempengaruhi pengujian pada air laut ini diantaranya adalah jadwal pasang naik dan pasang surut air laut yang tidak sesuai prediksi, kekeruhan air, cuaca ekstrim dan intensitas cahaya yang tidak terbaca dengan baik.

Tabel 3. Data Hasil Pengujian Sistem di Darat

Jarak (m)	Intensitas Cahaya (Lux)		Tegangan Input (mV)	Tegangan Output (mV)
	Laser	Lingkungan		
200	33,12	0	310	455
400	16,40	0	130	151
600	9,29	0	78	127
800	4,03	0	56	107
1000	3,56	0	40	92

Tabel 4. Data Hasil Pengujian Sistem di Air Laut pada Kedalaman 0,5 m

Jarak (m)	Intensitas Cahaya (Lux)		Tegangan Input (mV)	Tegangan Output (mV)
	Laser	Lingkungan		
200	33,12	0	310	455
400	16,40	0	130	151
600	9,29	0	78	127
800	4,03	0	56	107
1000	3,56	0	40	92

Berdasarkan data pengujian sistem secara keseluruhan di air laut dengan jarak antar perangkat sejauh 1 km pada tabel 4, menunjukkan tidak adanya perbedaan nilai jika dibandingkan dengan pengujian sistem secara keseluruhan di darat pada tabel 3, hal ini dipengaruhi oleh penggunaan musik

pada rentang menit yang sama dan kondisi laut yang cukup tenang saat pengujian sehingga partikel-partikel yang berada di dalam air seperti sampah atau pasir tidak berhamburan menghalangi cahaya laser, sehingga dapat disimpulkan bahwa pengujian di dalam air dan di darat memiliki hasil yang sama.

5. Penutup

a. Kesimpulan

Hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penggunaan laser hijau pada sisi pengirim menjadi pilihan yang baik dalam melakukan komunikasi suara di dalam air berbasis cahaya tampak karena laser hijau memiliki intensitas yang lebih tinggi dibandingkan laser merah, hal ini dibuktikan pada data pengujian bagian penerima dengan laser merah dan laser hijau.
2. Perbandingan nilai pengujian rangkaian VLC dengan laser merah dan laser hijau menunjukkan bahwa apabila jarak antar perangkat semakin jauh, maka cahaya laser merah akan mengalami penurunan nilai tegangan *output* pada sisi penerima dan apabila cahaya laser hijau maka akan mengalami peningkatan nilai tegangan *output* pada sisi penerima.

b. Saran

Untuk pengembangan topik penelitian ini lebih lanjut, ada beberapa saran yang perlu disampaikan dengan harapan akan menjadi saran yang bermanfaat, yaitu :

1. Mengoptimasi bagian penerima dengan menggunakan *photovoltaic* yang lebih luas penampangnya agar cahaya yang berisi informasi tidak mengalami *loss*.
2. Mengoptimasi rangkaian VLC dan *amplifier* dengan menggunakan sumber tegangan baterai agar dapat dioperasikan secara *mobile*.

DAFTAR PUSTAKA

- Adiono, T., Fuada, S., Putra, A.P., Aska, Y., 2016. Desain Awal Analog Front-End Optical Transceiver untuk Aplikasi Visible Light Communication. J. Nas. Tek. Elektro Dan Teknol. Inf. JNTETI 5.
- Cossu, G., Corsini, R., Khalid, A.M., Balestrino, S., Coppelli, A., Caiti, A., Ciaramella, E., 2013. Experimental demonstration of high speed underwater visible light communications, in: Optical Wireless Communications (IWOW), 2013 2nd International Workshop on. IEEE, pp. 11–15.
- Danurwendo, A., 2010. Analisis dan Perancangan Sistem Kontrol Pencahayaan dalam Ruangan.
- Darlis, A.R., Lidyawati, L., Nataliana, D., 2013. Implementasi Visible Light Communication (VLC) Pada Sistem Komunikasi. J. Elkomika 1.
- Das, A.K., Ghosh, A., Vibin, A.M., Prince, S., 2012. Underwater communication system for deep sea divers using visible light, in: Photonics Global Conference (PGC), 2012. IEEE, pp. 1–3.
- Giles, J.W., Bankman, I.N., 2005. Underwater optical communications systems. Part 2: basic design considerations, in: Military Communications Conference, 2005. MILCOM 2005. IEEE. IEEE, pp. 1700–1705.
- Grobe, L., Paraskevopoulos, A., Hilt, J., Schulz, D., Lassak, F., Hartlieb, F., Kottke, C., Jungnickel, V., Langer, K.-D., 2013. High-speed visible light communication systems. IEEE Commun. Mag. 51, 60–66.
- Khan, L.U., 2017. Visible light communication: Applications,

- architecture, standardization and research challenges. *Digit. Commun. Netw.* 3, 78–88.
doi:10.1016/j.dcan.2016.07.004
- Minarni, M., Saktiono, S., Lestari, G., 2013. Pengukuran Panjang Gelombang Cahaya Laser Dioda Menggunakan Kisi Difraksi Refleksi dan Transmisi. *Pros. SEMIRATA 2013* 1.
- Pamungkas, M., Hafiduddin, H., Rohmah, Y.S., 2015. Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya. *J. Elkomika* 3.
- Pettit, J.M., McWorther, M.M., 1961. *Electronic Amplifier Circuit Theory and Design*. McGraw-Hill Book Company, inc.
- Pramana, R., Iskandar, A., Nusyirwan, D., 2015. ATMega and Zig Bee Pro-Based Mini Boat Control System. *1st Int. Conf. Marit. Dev. Proceeding* 163–171.
- Ryer, A., 1997. *Light measurement handbook*. International Light, Newburyport, MA.
- Yani, A., 2016. Pengaruh Penambahan Alat Pencari Arah Sinar Matahari dan Lensa Cembung Terhadap Daya Output Solar Cell.

